

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vláknité mikromycety ve výuce na nižších sekundárních školách

Fibrous Micromycetes in Teaching a Lower Secondary Schools

Bc. Věra Bábiková

Vedoucí práce: RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D.

Studijní program: Učitelství pro střední školy

Studijní obor: Učitelství VVP pro ZŠ a SŠ - biologie

Odevzdáním této diplomové práce na téma Vláknité mikromycety ve výuce na nižších sekundárních školách potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením RNDr. Lenky Pavlasové, Ph. D., samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 22. 6. 2021

## **Poděkování**

Děkuji své vedoucí práce RNDr. Lence Pavlasové, Ph.D., za její trpělivost a rady, které mi věnovala při psaní této práce. Romaně Müllerové a žákům 6. třídy ze Základní školy Bystřice a především rodině za podporu.

## **ABSTRAKT**

Vláknité mikromycety zaujímají v životním prostředí důležitou roli a na člověka mohou mít, jak pozitivní vliv, např. pokud jsou využívány k výrobě léků, potravin, tak negativní. Vláknnité mikromycety mohou způsobovat onemocnění, nebo znehodnocovat potraviny. Žáci se s vláknitými houbami seznamují většinou v 6. třídě na základní škole. V primě u víceletých gymnázií jen velmi okrajově. Většina učebnic chybně nazývá mikroskopické houby, jako plísně, což je neodborný název.

Cílem mé diplomové práce je navržení dvou praktických úloh pro prezenční formu studia, ve kterých žáci zjistí rozdíl mezi jednobuněčnými a mnohobuněčnými houbovými organismy. Seznámí se s houbovým fytoparazitem – padlí, odeberou substrát, vytvoří si nativní a barvené preparáty, jež poté sledují pod mikroskopem. Další dvě praktické úlohy jsou navrženy pro distanční formu studia skrz badatelské úlohy, které žáci mohou uskutečnit v domácím prostředí. Jedná se o vytvoření mykologické zahrady a sledování, které pečivo je náchylnější k napadení mikroskopickými houbami. Další návrhy úloh se týkají mezipředmětového využití tématu vláknitých mikromycet v předmětu matematika a český jazyk, kde jsou některé úlohy upraveny pro žáky se specifickou poruchou učení – dyslexií.

Navržené praktické zadání pro distanční formu výuky včetně úloh z matematiky a českého jazyka byly ověřeny díky žákům 6. třídy ze ZŠ Bystřice. Vzhledem k epidemiologické situaci nebylo možné ověřit úlohy určené pro prezenční formu studia.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

vláknité mikroskopické houby, praktické úlohy, badatelsky orientované vyučování

## **ABSTRACT**

Filamentous microfungi play an important role in the environment and they can have either a positive impact on a man, e.g. in a form of medicine or food production, or a negative one, when filamentous microfungi may cause diseases or deteriorate food. Pupils usually start learning about filamentous microfungi in form 6 of a primary school, or they get some tangential information in the first year of an eight-year grammar school. In addition, in most of student's books, microfungi are incorrectly referred to as moulds, which is an unprofessional term.

The objective of my thesis is to elaborate two practical tasks for the presence form of study in which pupils find out the difference between unicellular and multicellular fungal organisms, acquaint themselves with the fungal phytoparasite - mildew, take the substrate, make native and coloured mounts which are then observed under the microscope. The other two practical tasks have been elaborated for the distance form of study via exploration tasks, which can be carried out at home conditions. It means creation of a mycological garden and observation what kind of bakery products is more prone to be affected by microfungi. The other elaborated tasks relate to across-the-curriculum use of the filamentous microfungi topic in Maths and Czech, in which some of the tasks are adjusted for pupils with a specific learning disorder – dyslexia.

The elaborated practical tasks for the distance form of study including Maths and Czech tasks have been verified thanks to the pupils of form 6 of the primary school ZŠ Bystřice. Considering the epidemiological situation, it was not possible to verify the tasks intended for the presence form of study.

## **KEYWORDS**

micromycetes, practical tasks, research – oriented teaching

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| Úvod.....   | 1  |
| 1 Vláknité mikromycety .....  | 3  |
| 1.1 Charakteristika vláknitých mikromycet.....                        | 3  |
| 1.2 Systematika mikromycetů .....                                     | 3  |
| 1.3 Morfologie a fyziologie mikromycetů.....                          | 3  |
| 1.4 Identifikace a kultivace vláknitých mikromycet .....              | 5  |
| 1.5 Charakteristika vybraných rodů a řádů vláknitých mikromycet.....  | 11 |
| 1.5.1 Rod Aspergillus.....  | 11 |
| 1.5.2 Rod Penicillium.....  | 14 |
| 1.5.3 Rod Fusarium .....  | 16 |
| 1.5.4 Rod Cladosporium.....   | 18 |
| 1.5.5 Rod Alternaria .....  | 19 |
| 1.5.6 Rod Claviceps .....   | 21 |
| 1.5.7 Rod Stachybotrys .....  | 22 |
| 1.5.8 Řád Mucorales.....  | 23 |
| 1.6 Výskyt a význam vláknitých mikromycet .....                       | 24 |
| 1.6.1 Houby v našich domácnostech.....                                | 24 |
| 1.6.2 Houby, jako původci chorob na zahradě.....                      | 25 |
| 1.6.3 Houby v jeskyních.....  | 27 |
| 1.6.4 Onemocnění vyvolané mikromycetami .....                         | 27 |
| 1.6.5 Využití hub ve forenzní mykologii .....                         | 29 |
| 1.6.6 Výroba potravin a dalších látek pomocí hub.....                 | 29 |
| 1.6.7 Využití hub při biologické ochraně rostlin.....                 | 32 |
| 2 Badatelsky orientované vyučování v průběhu laboratorních prací..... | 33 |
| 2.1 Badatelsky orientované vyučování .....                            | 33 |
| 3 Mezipředmětové vztahy .....   | 35 |
| 3.1 Mezipředmětové vztahy .....                                       | 35 |
| 4 Praktická část .....  | 37 |
| 4.1 Vláknité mikomycety ve vzdělávacích dokumentech .....             | 37 |
| 4.1.1 Vláknité mikromycety v RVP a ŠVP Základní školy Bystřice.....   | 37 |
| 4.1.2 Analýza učebnic .....   | 38 |
| 4.2 Návrh úloh pro prezenční výuku .....                              | 43 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.1 | První praktická úloha .....                                      | 43 |
| 4.2.2 | Druhá praktická úloha .....                                      | 45 |
| 4.3   | Návrh úloh pro distanční výuku .....                             | 47 |
| 4.3.1 | První úloha .....  | 47 |
| 4.3.2 | Druhá úloha: .....   | 48 |
| 4.4   | Návrh na mezipředmětové využití tématu vláknité mikromycety..... | 50 |
| 4.4.1 | Matematika .....   | 50 |
| 4.4.2 | Český jazyk .....  | 53 |
| 4.5   | Ověření úloh ve výuce .....                                      | 57 |
| 4.6   | Charakteristika vybrané školy .....                              | 58 |
| 4.7   | Metodologie.....   | 58 |
| 4.8   | Výsledky .....   | 58 |
| 4.9   | Reflexe učitele .....  | 63 |
| 5     | Diskuze .....  | 64 |
| 6     | Závěr .....  | 68 |
| 7     | Literatura.....  | 69 |
| 8     | Seznam příloh .....  | 76 |
| 9     | Přílohy.....   | 77 |
| 9.1   | Bezpečnost práce při laboratorním cvičení .....                  | 77 |
| 9.2   | Protokoly pro žáky.....  | 78 |
| 9.3   | Řešení úloh z matematiky a českého jazyka .....                  | 84 |
|       | Řešení úloh z matematiky a českého jazyka .....                  | 84 |
|       | Matematika .....   | 84 |
|       | Český jazyk.....   | 85 |
| 9.4   | Ukázka vypracovaných úloh .....                                  | 86 |

## Úvod

Vláknité mikromycety náleží do říše hub (Fungi), což jsou heterotrofní organismy, které jsou rozšířeny po celém světě (Fassatiová, 1979). Fungi představují jednu z nejstarších vývojových linií, která kolonizovala souš. Bohužel existuje minimum fosilních nálezů, a proto se musíme spoléhat na nepřímé metody datování (Koukol, 2017).

Důvodem absence fosilií je stavba těla dnešních hub, které jsou tvořené myceliem, či buňkou u kvasinek, plodnicí a útvary nesoucí nepohlavní spory. Plodnice je tvořená převážně z vody. Ostatní části hub jsou velmi křehké, což znemožňuje uchování fosilizací, ať už formou zuhelnatěním, otiskem, nebo petrifikací. Výjimkou je zachování houbových struktur v rostlinných pletivech. Nejstarší nález, kdy byly nalezeny části hyf a spor, se datuje do období proterozoika, což je období pravděpodobného vzniku hub (Koukol, 2017). Malíř (2003) uvádí, že nejstarší fosilie pochází z období paleozoika – kambria a devonu. Více fosilních nálezů mikromycetů se datuje z období mezozoika.

Mikromycety jsou neoddělitelnou součástí životního prostředí, ve kterém zabezpečují nejen lidstvu zdroje pro jeho výživu. V potravinářském průmyslu jsou využívány pro výrobu organických látek včetně antibiotik (Malíř, 2003). Tvoří nezastupitelnou úlohu destruentů, jelikož produkují celou řadu enzymů. V biotechnologickém odvětví jsou využívány při výrobě houbových přípravků proti hmyzím škůdcům a houbovým patogenům (Miniatlas mikroorganismů, 2020). Naproti tomu mnohé mikroskopické mikromycety působí z pohledu člověka negativně v podobě degradace dřeva, potravin, krmiva a zdravotních dopadů na člověka v podobě alergií, otrav, či infekčních onemocnění (Malíř, 2003).

Z praktického hlediska dělíme mikromycety na vláknité mikromycety, kvasinky a kvasinkové mikroorganismy.

V teoretické části diplomové práce se budu zabývat charakteristikou, systematikou a morfologií vláknitých mikromycet. Jejich identifikací a kultivací v laboratorním prostředí.

V praktické části se budu zabývat výskytem tématu mikromycet v učebnicích pro základní školy a nižší stupně víceletých gymnázií. Dále budou navrženy dvě praktické úlohy pro prezenční formu studia, první úloha bude zaměřena na rozdíl mezi jednobuněčnou mikroskopickou houbou – kvasinkou a mnohobuněčnými houbami. Druhá úloha se zabývá fytoparazitem – padlím. U obou úloh žáci připraví nativní a barvené preparáty a pozorují je pomocí lupy a mikroskopu. Pro distanční formu studia budou navrženy dvě úlohy na téma rozdílu mezi chlebem a rohlíkem a jeho náchylnosti



k napadení vláknitými houbami i vzhledem k teplotě, v druhé úloze si žáci vypěstují mykologickou zahradu. Pro mezipředmětové využití navrhnu úlohy pro předměty matematika a český jazyk, některé z nich jsou upraveny pro žáky se specifickou poruchou učení – dyslexií.

# 1 Vláknnité mikromycety

## 1.1 Charakteristika vláknitých mikromycet

Vláknité mikromycety jsou vícebuněčné, eukaryontní organismy s heterotrofní výživou, kterou získávají absorpcí živin z okolního prostředí. Většina zástupců mikromycetů jsou saprofyty, jen nepatrnou část tvoří parazité (Malíř, 2003).

Vláknité mikromycety tvoří na rozdíl od kvasinek rozvětvené vláknité mycelium. V životním cyklu převládá většinou nepohlavní rozmnožování utvářením konidioforů s konidiemi, nebo chlamydospor. Při méně častém pohlavním rozmnožování se tvoří zygospory a askospory. Podle způsobu rozmnožování se vláknité mikromycety řadí buď do podkmene Zygomycota, Ascomycota, nebo umělé nesystematické skupiny Deuteromycetes a Fungi imperfecti (Miniatlas mikroorganismů, 2020).

## 1.2 Systematika mikromycetů

Vláknité mikromycety jsou řazeny do samostatné říše hub (Fungi), fylogeneticky mají blíže k živočichům, než k rostlinám. V současnosti je popsáno 80 000 druhů a 6000 rodů (Malíř, 2003). Taxonomické členění hub do oddělení viz tabulka 1.

Tabulka 1 – Taxonomické členění hub do oddělení (podle Malíře, 2003 – upraveno).

| Říše: Houby (Fungi) |   | Příklad zástupce                                       |
|---------------------|---|--|
| 1. Oddělení         | Chytridiomycota – chytridie, nebo houby buněkotvaré                     | <i>Synchytrium endobioticum</i> – rakovinec bramborový |
| 2. Oddělení         | Zygomycota – houby spájkivé   | <i>Mucor mucedo</i> – plíseň hlavičková                |
| 3. Oddělení         | Ascomycota – houby vřeckovýtrusé  | <i>Penicillium</i> – štětičkovec                       |
| 4. Oddělení         | Basidiomycota – houby stopkovýtrusé                                     | <i>Puccinia allii</i> – rez cibulová                   |
| 5. Oddělení         | Deuteromycota (mitosporické houby, Fungi imperfecti) – houby nedokonalé |  |

## 1.3 Morfologie a fyziologie mikromycetů

Buňka houby je eukaryotická, její cytoplazma obsahuje jádro s jaderným obalem, Golgiho aparát (pouze *Oomycota*), mitochondrie, endoplazmatické retikulum ve stáří vakuoly, ale neobsahuje plastidy. Polypeptidové řetězce se tvoří v ribozomech, které jsou v cytoplazmě, mitochondriích a na

membránách endoplazmatického retikula. Polysacharidy jako je celulóza, lignin, pektin a různé organické kyseliny jsou pro tyto organismy zdrojem uhlíku. Dusík získávají houby zejména z bílkovin, aminokyselin, chitinu, keratinu, purinu a močoviny. Charakteristikou houbové buňky je nízká koncentrace DNA v porovnání s RNA. Alespoň v některém stádiu má houbová buňka vytvořenou buněčnou stěnu (Růžek, 2006). Houby jsou chemoheterotrofní organismy. Získávají energii a většinu stavebního materiálu z látek organického původu. Jsou osmotrofní, nemají žádný specializovaný aparát k příjmu živin a látky přijímají ze svého okolí absorpcí. Houby tvoří velké množství různorodých látek tzv. sekundární metabolismus, kam patří i mykotoxiny, které způsobují zdravotní potíže a materiální škody. Většina hub je striktně aerobní, některé z nich vyskytující se v žaludku skotu jsou anaerobní a mají typickou schopnost kvasinek – fermentace, což je růst po určitou dobu za anaerobních podmínek (Malíř, 2003).

Podle Malíře (2003, s. 22) je: Duté vlákno – hyfa je základní stavební jednotkou stélky, neboli thalusu. Hyfa může mít buď přehrádku (septum), která je typická pro Ascomycota a mitosporické houby nebo je hyfa bez přehrádek (coenocytická), což je typický znak pro spájkivé houby – Zygomycota (Malíř, 2003).

Hyfy se větví a vytváří mycelium (podhoubí), což je spleť vláken. Mycelium se tvoří na různorodém povrchu a materiálech v podobě barevných nárůstů (Paříková, 2001). Ze všech organismů rostou hyfy nejvyšší rychlostí, avšak základní podmínkou pro růst hyf je voda (Růžek, 2006). Mikroskopické vlákno je většinou bezbarvé, nebo tmavě zbarvené a obsahuje protoplazmu a pevnou buněčnou stěnu. Hyfy se větví buď monopodiálně, dichotomicky, nebo sympodiálně. Pokud vrchol hlavní hyfy není omezen v růstu a nepotlačuje růst postranních hyf, jedná se o monopodiální větvení. U hlavní hyfy, která přestane růst a rozvětví se na dvě rovnocenné hyfy, se jedná o dichotomické větvení. Sympodiální větvení je takové, kde je růst hlavní hyfy potlačen, a rostou hyfy postranní. Na hyfách rozeznáváme čtyři zóny dle funkce. Zóna bohatá na mitochondrie a sekreční váčky. Zde dochází k uvolňování hydrofobinů a proteinů chránících zónu před vysycháním a nepříznivými vlivy prostředí se nazývá apikální růstová zóna. V absorpční zóně dochází ke vstřebávání živin přes buněčnou stěnu a plazmatickou membránu. Zásobní látky (aminokyseliny, lipidy, glykogen a polyfosfát) se ukládají v zásobní zóně a v zóně stárnutí se ukládají barviva melaninů a dochází k sekundárnímu metabolismu (Babula, 2008). Na sporoforech, což jsou specializované hyfy, se tvoří spory (výtrusy), které slouží k rozmnožování hub. Spory rozdělujeme na pohlavní – meiospory a nepohlavní – mitospory. A podle vzniku na exospory a endospory (Malíř, 2003). Spory jsou lehké, vodoodpudivé a snadno se uvolňují do okolního prostředí. Spory rodu *Acremonium* a *Fusarium* se uvolňují do okolního prostředí málo, zatímco spory *Penicillium*, *Aspergillus* a *Cladosporium* se uvolňují v řetězcích a sloupečcích

v obrovských počtech a mohou pronikat do dýchacích cest a plic (Bednářová, 2008). Ze spory vyklíčí klíček, a když se nachází ve vhodném prostředí s dostatkem živin, vyroste z něho hyfá a posléze mycelium. To se rozdělí na vegetativní část, kterou tvoří hyfy a reprodukční část tvořenou pohlavními a nepohlavními orgány (Paříková, 2001). Houby se rozmnožují i nepohlavně. Výsledkem jsou geneticky identické kopie rodičů. Tato stadia nepohlavního rozmnožování označujeme jako anamorfy a probíhá několika způsoby. Buď dojde k fragmentaci mycelia, k dělení somatických buněk, nebo k pučení somatických buněk. Nejběžnějším způsobem nepohlavního rozmnožování je produkce nepohlavních spor. Tyto spory dle způsobu vzniku rozdělujeme na sporangiofory (vytvořeny ve sporangích) a konidie, které jsou vytvořeny na vrcholcích a po stranách hyf – konidioforech (Babula, 2008).

Životní stádium hub, jež je schopno pohlavního rozmnožování se nazývá teleomorfa. Pohlavní spory vzniknou ve specializovaných buňkách (Malíř, 2003). Pohlavní cyklus je založen na splývání dvou pohlavně různých jader, následuje redukční dělení zygoty na pohlavní výtrusy – meiospory (Dostál, 2006). U vývojově dokonalejších typů dochází ke splnutí gamet, gametangií, resp. protoplastů, jedná se o plazmogamii, následuje přiblížení jader a posléze dochází ke splnutí jader – karyogamii (Babula, 2008). U primitivnějších typů nevzniká dikaryotická fáze a po plazmogamii následuje karyogamie. Podobně jako u rostlin existuje určitý proces rodozměny dle Dostála (2006, s. 44) sestávající z následujících částí:

1. Haplofáze (gametofyt)
2. Dikaryotická fáze (plazmogamie, první část sporofytu)
3. Krátká diplofáze (karyogamie, vznik zygoty, součást sporofytu)
4. Redukční dělení, vznik meiospor a opět následná haplofáze

## **1.4 Identifikace a kultivace vláknitých mikromycet**

Podle Malíře (2003) mezi metody identifikace vláknitých mikromycet v potravinách patří kvantitativní a kvalitativní metody.

Mezi kvantitativní přímé metody patří:

1. Přímá mikroskopie: za využití specifických barviv, fluorescenční techniky, či Howardova čísla.
2. Kultivační technika: plotnové metody, které jsou ošetřeny v rámci ČR technickými normami, využití technického prostředku SimPlate®, či Petrifilm TM destičky a nebo Hygicult Y a F, HY – SCAN a Biotest HYCON, což jsou prostředky k okamžitému stanovení mikromycetů.

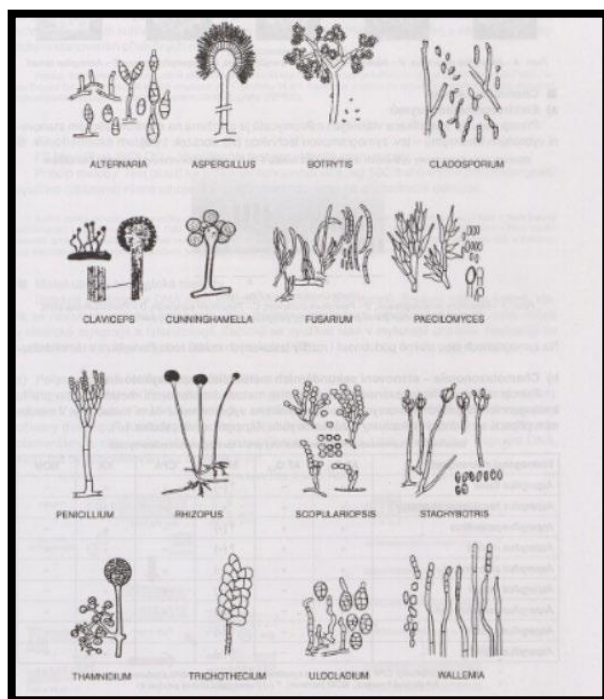
### 3. Stanovení specifických skupin vláknitých mikromycetů.

Kvantitativní nepřímé metody:

1. Chemické: stanovení chemických látek vznikajících metabolickou činností mikromycetů, např. chitin, který se nachází v buněčných stěnách hyf, nebo ergosol, jež vzniká metabolickou činností mikromycetů a indikuje růst hub v potravinách.
2. Imunochemické: imunologická detekce skrze Latex – aglutinační test a ELISA metody.
3. Fyzikálně – chemické: stanovení CO<sub>2</sub>, jež je detekován speciálními sondami a vzniká metabolickou činností, další metodou je měření vodivosti, stanovení těkavých látek a adenosintrifosfátu.

Kvalitativní metody:

1. Kultivační plotnové metody: diagnostikuje se na živných půdách a zkoumají se makromorfologické znaky (velikost kolonie, struktura, zbarvení, rýhování apod.).
2. Kultivační metody podle mikrohabitu: provádí se skrze mikroskopický preparát obarvený laktofenolem a zkoumají se typické morfologické struktury (tvar a velikost rozmnožovacích orgánů, spór, struktura mycelia), (obr. 1). (Malíř, 2003)



Obrázek 1 - Typické morfologické struktury (převzato z Malíře, 2003).

Pro rod *Aspergillus* je velmi cenná skenovací elektronová mikroskopie (SEM), která se využívá pro studium mikromycet zhruba 50 let. U rodu *Aspergillus* se díky ní znázorňuje ornamentace askospor, konidioforů a konidií. Příprava preparátu je však náročná, neboť jsou houbové struktury velmi jemné a pro skenovací elektronovou mikroskopii je nutné vzorek fixovat a vysušit. Méně náročný způsob přípravy vzorku je nalepit část mycelia na hliníkový disk a fixovat ho v chladu v párách oxidu osmičelého po dobu několika dní. Následuje pokovení zlatem a mikroskopování. Tato metoda je však vhodná spíše pro askospory a pro konidie se silnější buněčnou stěnou (Kubátová, Hubka, 2017).

Dalším způsobem identifikace je metodika detekce hub způsobujících hnilobu jablek: *Penicillium expansum*, *Monilia fructigena*, *Botrytis cinerea* a *Neofabraea alba* pomocí multiplex PCR. Z napadených jablek se přímo izoluje DNA. Oddělí se malá část napadeného pletiva, které se po dobu 2 – 3 minut ponoří do roztoku NaClO a vloží se do sterilní destilované vody za účelem získání suspenze spor a myceliárních fragmentů patogena. Za použití vertexu se vytvoří suspenze infekčního patogena. Vytvořenou suspenzi napipetujeme na celofán, který překrývá agarovou živnou půdu na Petriho misce a následně rozetřeme sterilní kličkou po povrchu. Narostlé mycelium odebereme a vložíme do rozbíjejících mikrozkmavek. Chemicky a mechanicky rozrušené buňky uvolňují DNA. Centrifugací odstraníme RNA a denaturované proteiny, posléze je DNA promyta roztokem na bázi etanolu a vyvázána z kolonky elučním pufrem. Principem reakce PCR je amplifikace úseku DNA s párem druhově specifických primerů. Výsledkem je mnohonásobné zmnožení úseku DNA. Do reakční směsi jsou přidány specifické primery pro druhy mikromycetů. Pokud je PCR test negativní pro všechny testované druhy, přistupuje se k detekci druhu dle morfologických znaků (Sumíková et al., 2011).

Pro identifikaci druhu *Penicillium* se doporučují média Czapkův kvasnicový extrakt agar (CYA), agar se sladovým extraktem (MEA). Alternativními médii jsou Czapkův agar (CZ), Ovesný agar (OA), Kreatino – sacharidový agar (CREA) a Dichloran 18% glycerolový agar (DG18) (Visagie et al., 2014). Viz tabulka 2 – 10.

Tabulka 2 - Czapkův kvasnicový extrakt agar (CYA) podle Malíře (2003)

| Složení           | Množství |
|-------------------|----------|
| Sacharóza         | 30 g     |
| Kvasničný extrakt | 5 g      |
| Dusičnan sodný    | 3 g      |
| Chlorid draselný  | 0,5 g    |

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O | 0,5 g   |
| FeSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O | 0,01 g  |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>       | 1 g     |
| Agar                                  | 20 g    |
| Destilovaná voda                      | 1000 ml |

*Tabulka 3 - Agar se sladovým extraktem (MEA) podle Malíře (2003)*

| Složení           | Množství |
|-------------------|----------|
| Sladinový extrakt | 30 g     |
| Pepton            | 5 g      |
| Glukóza           | 20 g     |
| Agar              | 015 g    |
| Destilovaná voda  | 1000 ml  |

*Tabulka 4 - Czapkův agar (CZ) podle Kubátové (2009)*

| Složení                         | Množství |
|---------------------------------|----------|
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> | 1 g      |
| Sacharóza                       | 30 g     |
| CZ koncentrát                   | 10 ml    |
| Cu – Zn koncentrát              | 1 ml     |
| Agar                            | 15 g     |
| Destilovaná voda                | 1000 ml  |

*Tabulka 5 - CZ koncentrát a Cu-Zn koncentrát podle Kubátové (2009)*

|                |          |                   |          |
|----------------|----------|-------------------|----------|
| CZ koncentrát: |          | Cu-Zn koncentrát: |          |
| Složení        | Množství | Složení           | Množství |

|                   |         |                   |       |
|-------------------|---------|-------------------|-------|
| NaNO <sub>3</sub> | 30 g    | ZnSO <sub>4</sub> | 1 g   |
| KCl               | 5 g     | CuSO <sub>4</sub> | 0,5 g |
| MgSO <sub>4</sub> | 5 g     | destilovaná voda  |       |
| FeSO <sub>4</sub> | 0,1 g   |                   |       |
| destilovaná voda  | 1000 ml |                   |       |

*Tabulka 6 - Ovesný agar (OA) podle Samson et al. (1996)*

| Složení   | Množství |
|---|----------|
| Ovesné vločky   | 30 g     |
| Agar  | 15 g     |
| Voda  | 1000 ml  |
| Návod: Ovesné vločky vařit pozvolna 2 hodiny v 1 l vody. Přefiltrovat přes gázu, doplnit do 1 litru. Přidat agar. |          |

*Tabulka 7 - Kreatino – sacharidový agar (CREA) podle Frisvad (1981)*

| Složení  | Množství |
|--|----------|
| Sacharósa  | 30 g     |
| Kreatin . 1H <sub>2</sub> O                        | 3 g      |
| K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O | 1, 6 g   |
| MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O              | 0,5 g    |
| KCl  | 0, 5 g   |
| FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O               | 0, 01 g  |
| Stopové prvky                                      | 1 ml     |
| Bromkrezolová fialová                              | 0, 05 g  |
| Agar   | 20 g     |
| Destilovaná voda                                   | 1000 ml  |

*Tabulka 8 - Dichloran 18% glycerolový agar (DG18) dle Malíře (2003)*



| Složení                               | Množství |
|---------------------------------------|----------|
| Glukóza                               | 10 g     |
| Pepton                                | 5 g      |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>       | 1 g      |
| MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O | 0, 5 g   |
| Chloramfenikol                        | 0, 1 g   |
| Dichloran (0,2% v etanolu)            | 1 ml     |
| Agar                                  | 15 g     |
| Glycerol                              | 220 g    |
| Destilovaná voda                      | 1000 ml  |

*Tabulka 9 - Bramborovo – glukózový agar (PDA) Malíř (2003)*

| Složení   | Množství |
|---|----------|
| Nakrájené brambory bez slupek   | 200 g    |
| Glukóza   | 15 g     |
| Agar  | 20 g     |
| Destilovaná voda  | 1000 ml  |
| <p>Návod: Uvařit brambory až změknu, přidat glukózu a agar, zahřát k varu, přefiltrovat přes gázu, doplnit vodou na 1000 ml a autoklávovat, po kultivaci furází se doporučuje zvýšit obsah glukózy na 20 g/l popř. ji nahradit stejným množstvím sacharózy, běžná mykologická půda pro uchovávání, sporulaci nebo pigmentaci hub.</p> |          |

*Tabulka 10 - Sabouradův glukózový agar (SGA) Malíř (2003)*

| Složení          | Množství |
|------------------|----------|
| Glukóza          | 40 g     |
| Pepton           | 10 g     |
| Agar             | 20 g     |
| Destilovaná voda | 1000 ml  |

## 1.5 Charakteristika vybraných rodů a řádů vláknitých mikromycet

### 1.5.1 Rod *Aspergillus*

Rodové označení *Aspergillus* a popis mikromycetů dal v roce 1729 botanik Pier Antonio Micheli, pod českým názvem tento rod známe, jako kropidlák. Rod obsahuje velký počet druhů. Do roku 2001 se jednalo o cca 221 druhů (Malíř, 2003). Jedná se o rychle rostoucí, velké kolonie, výrazně zrnité s bílou až nažloutlou barvou, později žlutozelenou, zelenou, šedou, či černou. Rostou na různorodých substrátech a některé z nich mohou být patogenní pro člověka (Antonín, 2006). Pro rod *Aspergillus* a jeho určování se využívá zejména skenovací elektronová mikroskopie, kde znázorňuje ornamentici konidií, askospor a konidioforů (Kubátová, Hubka, 2017).

Anamorfní druh *Aspergillus* a druhy asociovaných telemorfních rodů označujeme jako aspergily. Rod *Aspergillus* obsahuje podrody:

1. *Aspergillus*
2. *Fumigaty*
3. *Ornati*
4. *Cicrumdati*
5. *Nidulantes* (Tančinová et al., 2012).

Druhy rodu *Aspergillus* se nejlépe sledují na Czapekově agaru. Nepohlavní stádia jsou tvořena lavičovitě zakončeným konidioforem, který vyrůstá buď ze substrátového mycelia, či vzdušných hyf. Má žlutou, nebo hnědou barvu. Stěna je buď hladká, zdrsňlá, ostnitá nebo bradavičnatá. Konidiofor je na vrcholu rozšířen v měchýřek a po celém jeho povrchu vyrůstají fialidy. Fialidy rozdělujeme na primární – tlustší, nesoucí sekundární. Ty jsou kratší a tenčí. Z fialid, které mají lahvicovitý tvar, vypučí konidie. Konidie jsou tvaru kulovitého, oválného, hruškovitého, elipsoidního. U pohlavního stádia se tvoří kulovité kleistothecium ze kterého se uvolňují vřečka. Ty jsou tvořena většinou 8 askosporami (Malíř, 2003).

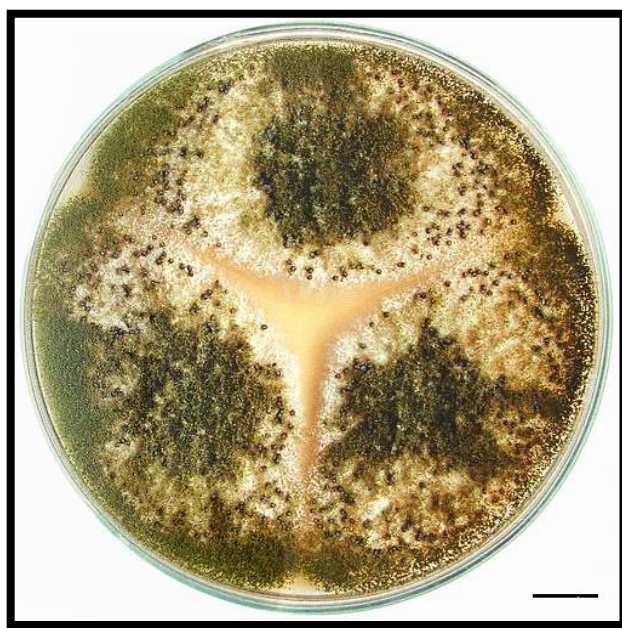
Rod je častým původcem kažení potravin a zemědělských surovin, bohatě enzymaticky vybavený, z řady druhů produkujících mykotoxiny. V pozitivním významu jsou některé rody využívány k fermentování potravin, k produkci organických látek a enzymů (Kalhotka, 2014).

Vybraní zástupci rodu *Aspergillus*:

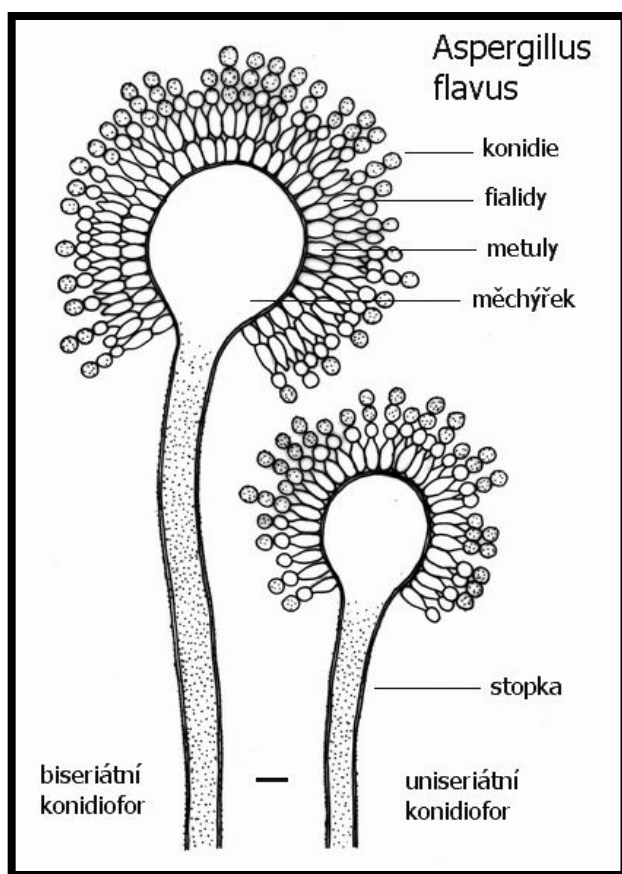
1. *Aspergillus flavus* (obr.3): rozmnožování konidiemi, sklerocii, teleomorfa – *Petromyces flavus*. Rychle rostoucí kolonie žlutozeleného zbarvení s jemně bradavičnatými konidiemi (obr. 2).

Možná záměna s *A. parasiticus*, který má však ostnité konidie a *A. nomius* má protáhlá sklerocia. Druhy se od sebe liší produkcí sekundárních metabolitů (Kalhotka, 2014). Hojně se vyskytuje v subtropických a tropických oblastech, ale je znám po celém světě. Obývá substráty rostlinného původu a půdy. Způsobuje aspergilózu průdušek, a je často izolován z cereálií a burských oříšků (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů, Tančinová et al., 2012).

2. *Aspergillus niger*: rozmnožování konidiemi, na substrátech tvoří hnědočerné až černé kolonie. Vyskytuje se v půdě, na rostlinách, textiliích a ve skladech obilí. Používal se k výrobě kyseliny citronové, glukonové a šťavelové. Produkuje mykotoxiny (Antonín, 2006).
3. *Aspergillus fumigatus* (obr.4): teleomorfa *Neosartorya fumigata*. Rychle rostoucí kolonie, které jsou na středu zeleně zbarvené (Antonín, 2006). Konidie jemně bradavičnaté, zelené barvy a mají elipsoidní až kulovitý tvar. Celosvětově rozšířen s hojnějším výskytem v teplejších oblastech kde dokáže růst i při teplotě 50 °C, produkuje mykotoxiny a je významným patogenem, který způsobuje onemocnění plic (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů, Tančinová et al., 2012).



Obrázek 2 – kolonie *Aspergillus flavus* (převzato z Kubátové – Miniatlas mikroorganismů)



Obrázek 3 – Nákres *Aspergillus flavus* s měřítkem (úsečka na nákresu znázorňuje vzdálenost 10 $\mu$ m)  
(převzato z Kubátové – Miniatlas mikroorganismů)



Obrázek 4 – Elektronová mikrofotografie konidioforu *Aspergillus fumigatus* (převzato z the  
*Pharmaceutical journal*)

### 1.5.2 Rod *Penicillium*

Označení *Penicillium* rodu mikroskopických hub dal v roce 1809 botanik Johann H. F. Link (Malíř, 2003). Dnes známe přibližně 225 druhů, 24 druhů je spojeno s telemorfami rodu *Talaromyces* a 43 druhů s telemorfami *Eupenicillium* (Tančíková et al., 2012). Anamorfní rod *Penicillium* rozdělujeme do čtyř podrodů, které mají specifickou stavbu konidioforů:

1. *Aspergilloides* - monoverticilátní
2. *Biverticillium* – biverticiálně symetrický
3. *Furcatum* – divarikátní
4. *Penicillium* – asymetricky větvený terverticilátní (Malíř, 2003).

*Penicillium* česky štětičkovec má vzpřímené konidiofory, které se rozvětvují a odšrcují konidie (Kubát, 2003). Konidiofor (obr. 7) je nepohlavní stádium rodu *Penicillium* a je tvořen stopkou, větvemi, které se nacházejí mezi stopkou a metulami. Fialidy produkují konidie, jež jsou většinou uspořádané do řetízků. Konidiofor podrodu *Aspergilloides* tvoří konidiogenní buňky – filaidy, konidiofor podrodu *Biverticillium* je složen z fialidů a metul a u zbývajících dvou podrodů je konidiofor tvořen z větví, metul a fialidů. Rod určujeme sledováním habitus (obr. 5) na Czapkově agaru s kvasničným extraktem, anebo na agaru se sladovým extraktem (Malíř, 2003).

Některé druhy se používají při výrobě antibiotik (*Penicillium notatum*), sýrů (*Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*) (Jelínek, 2014). Řadí se mezi nejrozšířenější vláknité mírného a teplého klimatu kontaminují i potraviny a životní prostředí člověka. Dimorfní druh *Penicillium marneffei* způsobuje infekce u pacientů s AIDS. Zde jsou potencionálním přenašečem bambusové krysy. Zatím však neexistuje důkaz přenosu mezi krysou a člověkem, proto se zatím předpokládá, že se člověk nakazí spórami nacházejícími se v půdě (Malíř, 2003).

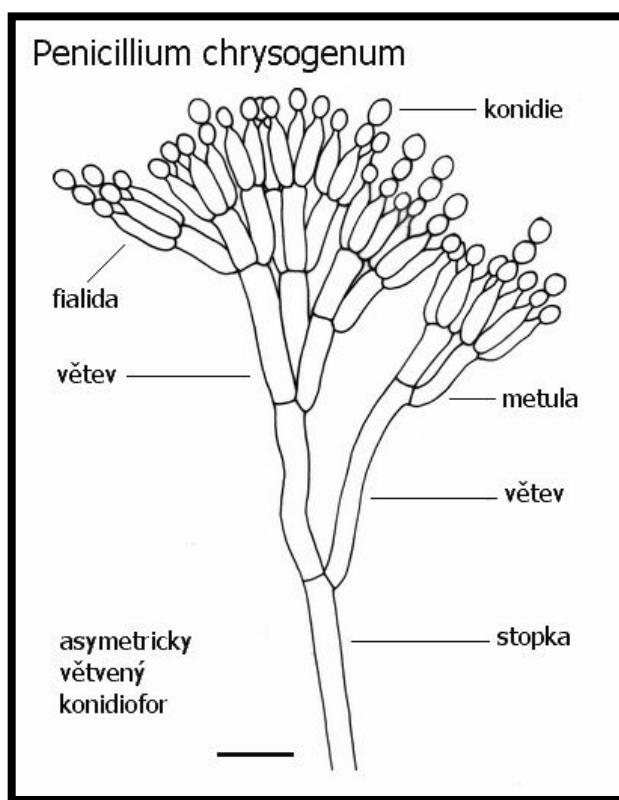
Vybraní zástupci rodu *Penicillium*:

1. *Penicillium chrysogenum* (obr. 6): nepohlavní rozmnožování konidiemi, konidiofory mají hladkou stopku a jsou štětcovitě větvené. Konidie mají elipsovité až kulovitý tvar. Modrozelené až žlutozelené kolonie poměrně rychle rostou a do média produkují žlutý pigment. Vyskytuje se po celém světě, často kontaminuje potraviny a lze ho nalézt i na plesnivých stěnách. Produkuje antibiotikum a jedná se o xerofilní druh (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů).
2. *Penicillium roqueforti*: nepohlavní rozmnožování konidiemi, konidiofory mají silně bradavičnatou stopku a jsou štětcovitě větvené. Konidie mají kulovitý tvar a jsou hladké. Tvoří

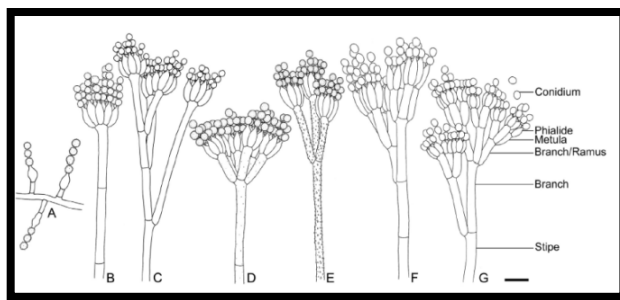
rychle rostoucí tmavě zelené sametové kolonie, spodní strana je olivově zelená až černozeleňá. Používá se při výrobě sýrů (Niva, Gorgonzola) (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů).



Obrázek 5 – *Penicillium paradoxum* na agaru (převzato z Visagie et al., 2014)



Obrázek 6 – *Penicillium chrysogenum* (úsečka na nákresu znázorňuje vzdálenost 10 $\mu$ m) (převzato z Kubátové – Miniatlas mikroorganismů)



Obrázek 7 – Různé druhy stavby a uspořádání konidioforů (převzato z Visagie et al., 2014)

### 1.5.3 Rod *Fusarium*

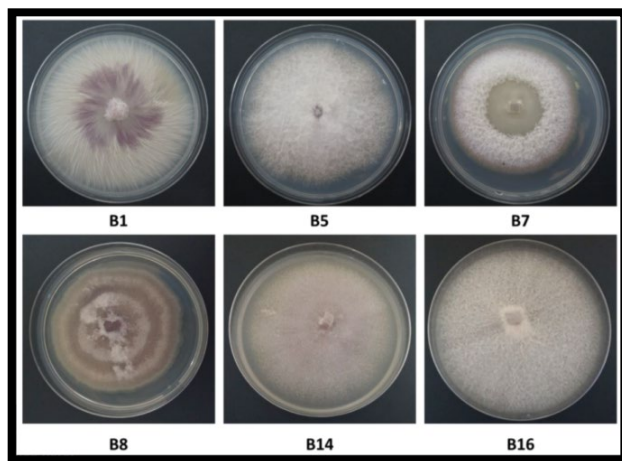
Rod *Fusarium* poprvé popsal botanik Johann H. F. Link a pod českým názvem ho známe jako srpovnička. Zástupci tohoto rodu jsou součástí půdního ekosystému, kde rozkládají organickou hmotu, ale jsou i významnými producenty mykotoxinů (Malíř, 2003). Některé druhy se přizpůsobily a parazitují na rostlinách (obr. 10). Způsobují například onemocnění obilnin – fuzariózy klasu (Sumíková, 2009). Některé druhy vyvolávají mykotické keratitidy, kdy je rohovka poraněná rostlinným materiálem, či předmětem, jež je kontaminován půdou a dochází k zánětu rohovky (Votava, 2014). Např. druh *Fusarium moniliforme* způsobuje oportunní typ mykózy (Kodoušek, 2003). V letech 1981 – 1982 sehrál tento rod i zajímavou roli ve studené válce, která probíhala mezi USA a SSSR. Kdy byl vytvořen ze strany USA mýtus o Žlutém dešti, způsobený mykotoxiny v Afghánistánu, Laosu a Kambodži, který byl považován za biologickou zbraň. Tým australských chemiků sice objevil mykotoxiny produkované zejména rodem *Fusarium*, ale v této oblasti se jednalo o všudypřítomný přirozený výskyt. Ve skutečnosti byl déšť tvořen exkrementy divokých včel (Matoušek, 2007).

Identifikace rodu *Fusarium* není jednoduchá, druhy určujeme na sladidinovém, nebo bramborovo – glukózovém agaru, kde sledujeme makrohabitus (obr. 8). Mikromycety tohoto rodu vytváří v kordiálním – nepohlavním stádiu buď jednotlivé konidiofory, na nichž jsou konidie, nebo vytvářejí sporodochia, což jsou shluklé konidiofory polštářovitých útvarů. Konidie tvoří dva známé druhy, dvoubuněčné až vícebuněčné makrokonidie srpovitěho tvaru a jednobuněčné mikrokonidie oválného, vejčitého, či elipsoidního tvaru. Druh určujeme podle makrokonidií, kde sledujeme tvar, velikost a počet buněk (Malíř, 2003).

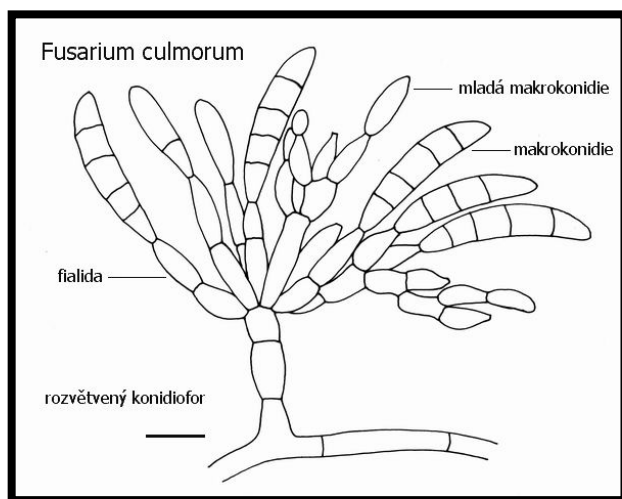
Vybraní zástupci rodu *Fusarium*:

1. *Fusarium culmorum* (obr 9): rozmnožování nepohlavně pomocí konidií a chlamydiosporami, konidiofory jsou většinou větvené a mají krátké filaidy. Makrokonidie bývají s pěti přehrádkami a jsou vřetenovité a zakřivené. Mikrokonidie nejsou u tohoto druhu produkovány.

*Fusarium culmorum* tvoří růžové až vínově zbarvené kolonie, je rozšířen celosvětově, zejména v půdě, kde způsobuje hniloby obilnin. Hojně se nachází i v cereáliích a napadá uskladněné brambory a cukrovou řepu. Produkuje mykotoxiny (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů).



Obrázek 8 – *Fusarium* spp. na agaru (převzato z Kalman et al., 2020)



Obrázek 9 – *Fusarium culmorum* (úsečka na nákresu znázorňuje vzdálenost 10 $\mu$ m) (převzato z Kubátové – Miniatlas mikroorganismů)





Obrázek 10 – *Fusarium* spp. jako původce hniloby na cibuli (převzato z Kalman et al., 2020)

#### 1.5.4 Rod *Cladosporium*

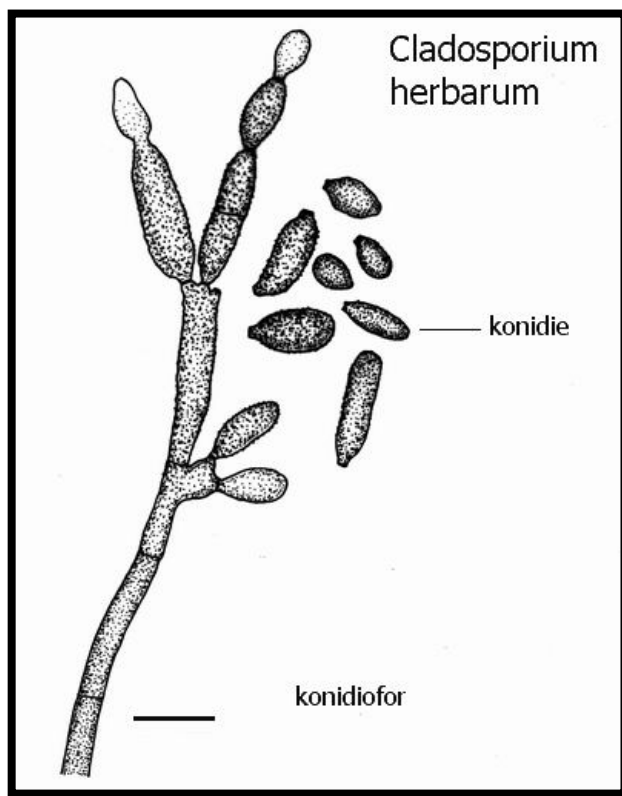
Rod *Cladosporium* popsal botanik H. F. Link, jedná se o saprotrófní mikromycety, kdy část z nich parazituje na rostlinách. Podílí se na kontaminaci potravin (Malíř, 2003). Rod má kolem 600 druhů a telemorfními stádii jsou *Apiosporina*, *Davidiella*, *Mycosphaerella* a *Venturia*. Tento všudypřítomný rod se vyskytuje nejen na rostlinách, ale i masných výrobcích (Kalhotka, 2014). Název rodu *Cladosporium* vznikl z řeckého slova klados (větev) a sporos (semeno, sadba). U jablek způsobuje melanózu, neboli čern, kdy nejsou jablka vhodná ani pro moštování. Ve sklenících napadá listy rajských jablíček tzv. difúzní skvrnitost listů (Klaban, 2011). A je prokázána jasná souvislost mezi významnými koncentracemi rodu *Cladosporium* v obydlí a respiračními potížemi, jako je třeba bronchiální astma dětí (Bednářová, 2008).

Druhy určuje na sladínovém nebo Sabouraudově agaru. Vytváří kolonie zelené až zelenošedé barvy, na spodní straně kolonie má charakteristické tmavé zbarvení (Klaban, 2011). Mladé hyfy jsou tenkostěnné až sklovité, starší tmavší a tlustostěnné. Starší a mladší hyfy lze rozlišit i podle vzdálenosti přehrádek, mladší hyfy je mají více od sebe než starší. Konidie vznikají pučením (blastosporou) na konci konidioforu, které vyrůstají ve svazcích ze stomatu. Konidie pučí ve svazcích na těch předešlých. Variabilita konidií je různorodá, mohou být jednobuněčné až třibuněčné s povrchem hladkým, ostnitým a jemně bradavičnatým (Malíř, 2003). Jsou schopny rozkládat celulózu, pektin a tuky (Kalhotka, 2014).

Vybraní zástupci rodu *Cladosporium*:

1. *Cladosporium herbarum* (obr. 11): nepohlavní rozmnožování konidiemi, pohlavní rozmnožování askosporami, teleomorfa *Mycosphaerella tassiana*. Na konidioforech jsou jizvy, po odpadnutí konidií vyrůstajících z koncových buněk konidioforů, konidie se při přípravě

preparátu snadno rozpadají. Mají elipsovité, válcovité tvar, drobné výběžky, světle zelenou barvu a jsou bradavičnaté. Je celosvětově rozšířen, kontaminuje masné výrobky a způsobuje hnilobu ovoce a zeleniny. Produkce mykotoxinů není známá (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů).



Obrázek 11 – *Cladosporium herbarum* (úsečka na nákrese znázorňuje vzdálenost 10 $\mu$ m) (převzato z Kubátové – Miniatlas mikroorganismů)

### 1.5.5 Rod *Alternaria*

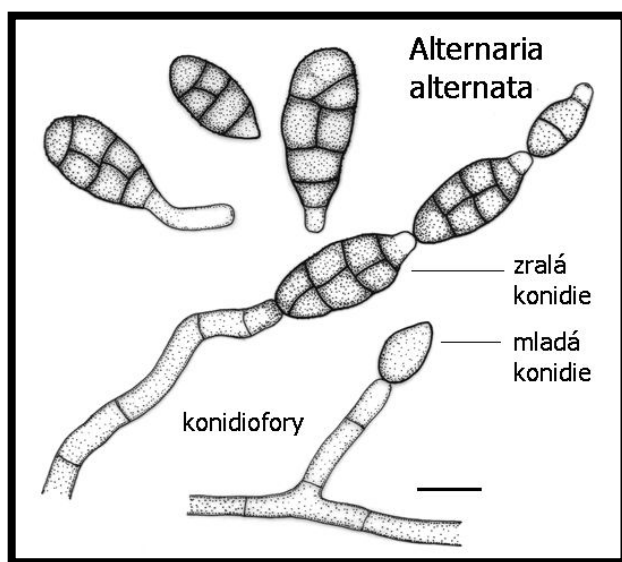
Kosmopolitně rozšířený rod *Alternaria*, vázaný většinou na půdní ekosystém popsal poprvé mykolog Christian G. D. Nees. Kromě půdního ekosystému se některé druhy přizpůsobily k parazitizmu a napadají rostliny, ve výjimečných případech člověka a zvířata. Některé druhy produkují mykotoxiny např. alternariol a altertoxin, jež mají mutagenní aktivitu, což může vézt ke zhoubnému nádoru jícnu u zvířat, která pozřela kontaminované krmivo alternáriemi. Na kultivačních médiích (např. bramborovo – glukózový s chloramfenikolem, bramborovo – mrkvový agar), tvoří nejprve bílé, poté šedé až olivově hnědé kolonie. Tvoří značně veliké konidie, tlustostěnné, přepažené a většinou tmavě zbarvené. Druh *Alternaria alternata*, vyskytující se na rozkládající se rostlinné biomase může vyvolat feohyfomykózu. Což je onemocnění kožní, podkožní a systémové, způsobené černě zbarvenými houbami (Malíř, 2003). Podle Greenwooda (1999, s. 573) se onemocnění diagnostikuje až při

chirurgickém zákroku a léčí se excizí. Tyto houby mohou také způsobovat příležitostné infekce v hloubce tkáně, jako například absces mozku, které vyžadují terapii amfotericinem B a flucytozinem.

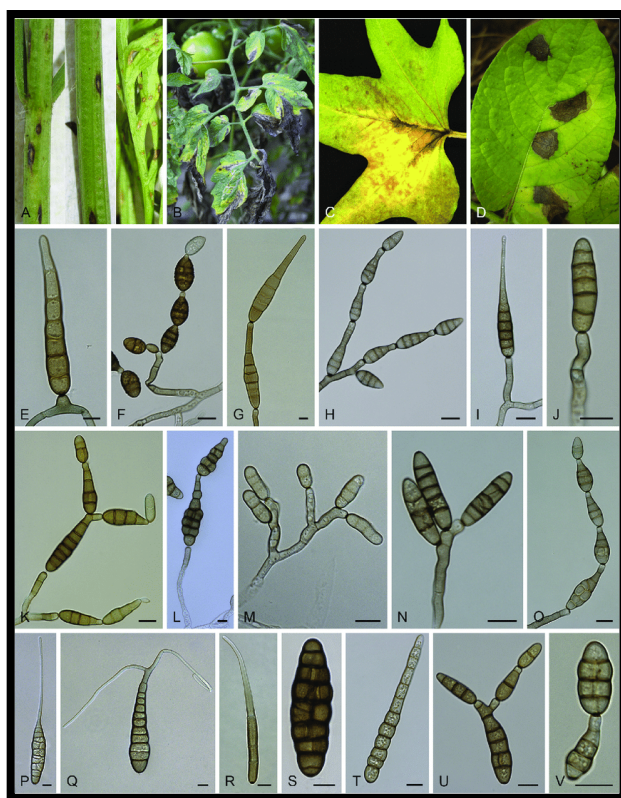
Anamorfní houby rodu *Alternaria* způsobují tzv. čern, které způsobují rostlinám nepravidelné skvrny na napadených orgánech, později jsou obaleny celé povlakem mycelia černého zbarvení. U černě kapustové – *Alternaria brassiciola* způsobuje alternáriovou skvrnitost košťálovin a napadá brukvovité rostliny. *Alternaria solani* – čern lilková vyvolává hnědou skvrnitost listů brambor, napadá lilkovité a to zejména brambory a rajčata. Poznáme ji podle hnědočerných hranatých skvrn ohraničených žilnatinou na listech lilkovitých. *Alternaria tenuis* – čern střídavá parazituje na bylinách, vyskytuje se v půdě i potravinách a produkuje mykotoxiny. Napadené mladé rostliny hnědnou, černají a posléze odumírají, starší rostliny jsou pokryty černo – zelenými povlaky (Antonín, 2006). *Alternaria dauci* vytváří černé strupovité skvrny na povrchu kořene a je původcem hniloby kořene u mrkve (Ackermann, 2004).

Vybraní zástupci rodu *Alternaria*:

2. *Alternaria alternata* (obr. 12): nepohlavně se rozmnožuje vícebuněčnými konidii, tvořící se na konci hyf v řetízku, jsou tmavě pigmentované, kyjovitého až hruškovitého tvaru s příčnými a podélnými přehrádkami na povrchu hladké, nebo bradavičnaté. Kosmopolitní výskyt v půdním ekosystému, na potravinách a rostlinách. Může produkovat *Alternaria alternata* toxin – vysoce toxický metabolit (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů).



Obrázek 12 – *Alternaria alternata* (úsečka na nákrese znázorňuje vzdálenost 10 $\mu$ m) (převzato z Kubátové – Miniatlas mikroorganismů).



Obrázek 13 – A. *Alternaria dauci* na mrkvi obecné, B. *Alternaria linariae* na rajči jedlém, C. *Alternaria neoipomoeae* na povijnici batátové, D. *Alternaria solani* na lilek brambor, E – V. různé druhy konidií (Fotografie A - D, P a Q převzaty z Woudenberg et al. (2014); fotografie E-O, R-V převzaty z Woudenberg et al. (2013)).

### 1.5.6 Rod *Claviceps*

U rodu *Claviceps*, česky paličkovice je známo cca 35 druhů, které parazitují na rostlinách čeledi lunicovité, a mezi které patří velmi známý druh působící velké ztráty na žito, paličkovice nachová – *Claviceps purpurea* (Babula, 2008). Francouzský mykolog Louis René Tulasne popsal vývojový cyklus této houby a do současnosti známe dalších 69 druhů. Anamorfoou *Claviceps purpurea* je *Sphacelia segetum* (Malíř, 2008).

Vybraní zástupci rodu *Claviceps*:

1. *Claviceps purpurea* je parazitující vřeckovýtrusá houba, která napadá semeníky trav a přetváří je ve sklerocium - námel. Životní cyklus paličkovice nachové je dle Spílkové (2016, 223) následující: sklerocium vypadává z klasu, na zemi přezimuje a na jaře z něj vyrůstají stopkaté, růžové, kulovité plodnice – stromata s protáhle válcovitými vřečky, z nichž každé má 8 nítovitých výtrusů. Vytvořené askospory jsou větrem zanášeny na kvetoucí žito – primární, jarní infekce, askosporová. Askospory vyklíčí v hyfy (houbová vlákna), která pronikají

mladým semeníkem a rozrušují jej. Na povrchu semeníku se vytváří bělavý povlak, mycelium, odškrcující konidie. Semeník spolu s houbovým pletivem tvoří slizovitou hmotu, která vylučuje, za 10 – 14 dní po infekci, kapičky sladké lepivé tekutiny – medovice.

Na medovici, ve které jsou přítomny konidie, je nalákán hmyz, jež pomáhá roznášet houbu na další květy (Jelínek, 2000). Tím započne sekundární infekce, neboli letní konidiová. Na hostitelské rostlině se vytvoří sfacelium a z něho sklerocium – námel a celý cyklus se opakuje (Spílková, 2016). Námel je ve větších dávkách pro člověka a zvířata jedovatý a může způsobovat ergotizmus (viz kapitola 1. 6. 4.) Usušená sklerocia obsahují víc než 50 ergolinových alkaloidů, čili alkaloidů námelových. Ve sklerociích se nacházejí hemiterpenické indolové alkaloidy a významnou je kyselina lysergová, mající farmakologické účinky. Na alkaloidy peptidového typu se kyselina váže s větším počtem aminokyselin např. ergotamin a ergotoxin. Využívají se jako sedativa, uterotonika, antimigrenika apod. (Kuchař, 2014). Námel se ve středověku využíval k vyvolání porodu, či potratu. V antickém Řecku k přípravě nápoje kykeon, jež měl využití v eleuzínských mystériích. Dnes se námel využívá v homeopatikách pro zmírnění migrény, či děložních křečích (Alberts, 2002).

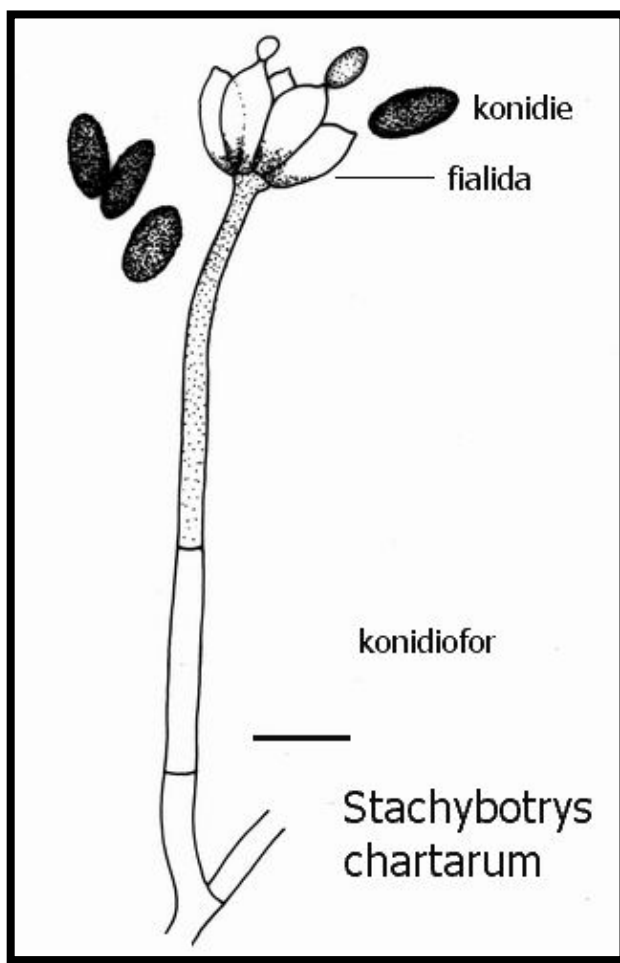
### 1.5.7 Rod *Stachybotrys*

Jedná se o saprotrófní houby, způsobující závažné otravy zvířat – stachybotrytoxikóza. U drůbeže se projevuje záněty kůže, zobáku, jícnu, svalnatého žaludku a volete. Mykotoxikóza je do chovu zavlečena např. nevhodně skladovanou slámou. K úhynu drůbeže po vypuknutí nemoci dochází za 1 – 2 týdny (Jurajda, 2010). Má negativní vliv i na člověka, u kterého vyvolává mykotické alergie. Tento rod poprvé popsal český mykolog August K. J. Corda. Na sladinném agaru se nacházejí tmavé hyfy, konidiofory jsou sklovité až šedé, občas bradavičnaté. Fialidy se tvoří na konci konidioforu a vytvářejí jednobuněčné, bradavičnaté konidie, jež setrvávají pospolu ve slizu. Nejčastěji tyto zástupce nalezneme ve slámě, senu, v půdě, na starém papíru, ale i ve vlhkých bytech na podmáčených stěnách, tapetách a kobercích. Nebo ve stavebním materiálu na bázi celulózy (Malíř, 2003).

Vybraní zástupci rodu *Stachybotrys*:

1. *Stachybotrys chartarum* (obr. 15): rozmnožuje se pomocí konidií, kolonie jsou pomalu rostoucí a mají šedou až černou barvu. Jednoduché konidiofory jsou nevětvené, přehrádkované a směrem k vrcholu konidioforu pigmentované a bradavičnaté. Fialidy ve svazcích mají lahvicovitý tvar, na nichž jsou nahlučené v kapkách slizovité konzistence konidie hruškovitého tvaru, jež jsou nejprve hyalinní, později olivově šedé. *Stachybotrys chartarum* vyvolává stachybotrytoxikózu u koní a člověka. Je rozšířena kosmopolitně po celém světě, kde se

primárně vyskytuje na materiálech obsahující celulózu (Kubátová – Miniatlas mikroorganismů).



Obrázek 14 – *Stachybotrys chartarum* (úsečka na nákrese znázorňuje vzdálenost 10 $\mu$ m) (převzato z Kubátové – Miniatlas mikroorganismů).

### 1.5.8 Řád Mucorales

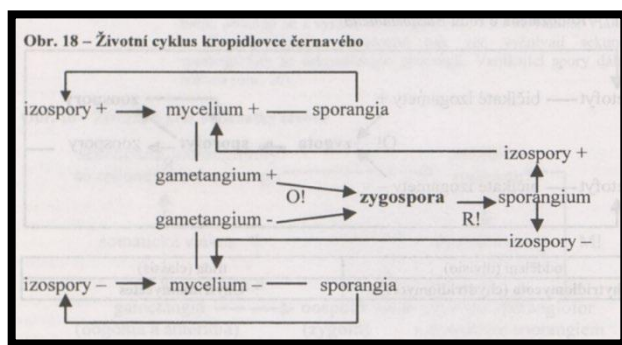
Zahrnuje řádově kolem 39 druhů. K nejznámějším druhům patří plíseň hlavičková (*Mucor mucedo*) a kropidlovec černavý (*Rhizopus stolonifer*), (Jelínek, 2000). Většina zástupců řádu se živí saprofyticky. Na substrátu sporangiofory, které jsou různého tvaru a velikosti vyrůstají kolmo společně s výtrusnicemi, mitózou se uvnitř sporangií vytvoří spory, které jsou nepohyblivé (Dostál, 2006). Mycelium je vláknité, málo přehrádkované. Spory mají různý tvar a k jejich uvolnění dochází po rozpadu, rozpuštění, prasknutí stěny sporangia. V jednom sporangiu u primitivnějších zástupců může být více jak tisíc spor. Pohlavní rozmnožování je izogametangiogamie či anezo – gamatenagiogamie (Váňa, 1996). Dle Dostála (2006, s. 50): Při pohlavním rozmnožování + a – mycelia tvoří tvarově oddělená mnohojaderná gametangia. Po vzájemném dotyku dojde k jejich splnutí, vzniká zygota

(zygospora) a ta klíčí redukčním dělením ve sporangia s meiosporami. Meiospory klíčí opět v nová haploidní mycelia.

Někteří zástupci se používají při výrobě organických kyselin, enzymů a alkoholických nápojů. Mohou zkvašovat cukry a jsou termofilní (*Rhizopus*, *Absidia* a *Rhizomucor*), schopny růst při teplotách nad 50 stupňů Celsia. Vzácně způsobují nejagresivnější infekci s vysokou úmrtností zvanou mukormykózy (nejčastěji způsobena rodem *Rhizopus oryzae*) (Malíř, 2003).

Vybraní zástupci řádu *Mucorales*:

1. *Rhizopus stolonifer* (obr. 16): bohatě větvené mycelium, většinou bez přehrádek, tvořící šedavé porosty. Z mycelia vyrůstají kolmo sporangiofory, které nesou černé kulovité sporangium. Konidie se šíří vzduchem (Kubát, 2003). Hojně se vyskytuje v teplejších oblastech, kontaminuje potraviny, krmivo, ovoce. Neprodukuje mykotoxiny (Kubátová – MiniAtlas mikroorganismů). Druh se běžně vyskytuje na pečivu a je často využíván pro demonstraci mikromycet ve školním prostředí (Dostál, 2006).
2. *Mucor mucedo*: bohatě větvené mycelium bez přehrádek vyrůstá např., na koňském trusu, kyselém mléce, sýrech apod. (Kubát, 2003). Vykytuje se i na špatně uskladněných potravinách. Nepohlavně se rozmnožuje pomocí konidií, pohlavně spájením hyf, kdy vznikne diploidní zygospora (Jelínek, 2014).



Obrázek 15 – Životní cyklus kropidlovce černavého (převzato z Dostála, 2006).

## 1.6 Výskyt a význam vláknitých mikromycet

### 1.6.1 Houby v našich domácnostech

Mikroskopické houby, které obývají vnitřní část budov, jsou nejčastěji přinášeny venkovním vzduchem. K nejběžnějším druhům, které se snadno přenáší vzduchem, patří zástupci rodů *Cladosporium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Penicillium* apod. Za vhodných podmínek tvoří tmavé porosty na

zdech vlhkých budov. V sušších bytech se ještě vyskytuje *Aspergillus versicolor*, jež má nižší nároky na vlhkost. Rod *Fusarium*, můžeme nález v domácnostech po povodních, nebo ve velmi vlhkých bytech, protože tento rod hub má vyšší nároky na vodu. Produkuje velmi známé toxiny: trichotheceny, zearalenony, fumonisiny apod. Kromě narušování substrátu, na němž houby rostou, mohou po vdechnutí spor u náchylnějších jedinců způsobovat alergické reakce. V kuchyni se může vyskytovat významná toxinogenní houba *Aspergillus flavus*. V našich podmínkách se přirozeně nevyskytuje, ale je dovážena s různými potravinami horší kvality (arašídý, káva, cereálie) z teplejších oblastí Ameriky, Afriky a Asie. Některé izoláty produkují aflatoxin B<sub>1</sub> – mykotoxin karcinogenní pro játra, jelikož některé izoláty produkují těkavé látky, může připomínat svým pachem kočičí moč. Na primárně sušších substrátech s koncentrací cukru a soli se vyskytují xerofilní a termotolerantní houby. Můžeme je nalézt na vysychajícím chlebu, kde tvoří zelené zrnité myceliální porosty nepohlavního stádia rodu *Aspergillus*. Mezi užitečné mikroskopické houby naší domácnosti patří *Aspergillus acidus*, vyskytující se na černém čaji, kde už neroste, ale používá se při fermentaci čajových lístků a zůstává na nich i po usušení (Kubátová, 2012).

### 1.6.2 Houby, jako původci chorob na zahradě

Vláknité mikroskopické houby se podílejí na znehodnocování rostlin a plodin na našich zahradách. Prvním krokem k potlačování jejich působení je pochopení jejich biologie a bionomie. Zatímco někteří zahrádkáři využívají pro ochranu rostlin pouze chemické prostředky, někteří chemickou ochranu zcela odmítají (Hudec, 2007). Ochrana by měla být integrovaná, která zahrnuje preventivní ošetření, vybírání odolných odrůd, podpora užitečných živočichů, jež vede k omezování pesticidů. Choroby rostlin můžeme rozdělit podle rostlinných částí, které houba napadá.

1. Deformace a skvrny na kořenovém krčku
2. Odlišné zbarvení a deformace listů
3. Deformace a skvrny na stonku
4. Odlišné zbarvení a deformace květenství
5. Skvrny na řapíku a lodyhách
6. Odlišné zbarvení, deformace a skvrny na plodech

Pro potlačení houbových chorob se používá tzv. moření např. přípravky Captan 50 WP, nebo Supresivit (Ackermann, 2004). Na rozdíl od bakterií a virů, které také napadají rostliny, se houby díky sporům přenášeným vzduchem, půdou, vodou apod., velmi dobře roznášejí a i přes to, že např. původce plísně okurkové v našich podmínkách nepřežimuje. Každoročně jsou jeho spory do naší oblasti přeneseny vzdušnými proudy z jihu. Houby škodí rostlinám zejména tím, že odebírají rostlině



živiny. Nejlépe se šíří za vlhkého a deštivého počasí, což však není podmínkou, neboť některé druhy padlí preferují teplejší počasí s občasnými přeháňkami (Hudec, 2007).

Mezi známé houbové choroby patří šedá hniloba brukvovitých, kterou způsobuje plíseň šedá. Rod *Alternaria* způsobuje hnilobu ve skládkách, hnědočerné až černé skvrny se objeví na lodyhách a děložních listech mladých rostlin, které při silném napadení hynou. Sklerociniovou hnilobu brukvovitých způsobuje hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Ackermann, 2004). Na padání klíčících rostlin se může podílet vícero houbových patogenů. Chorobu poznáme podle napadeného hypokotylu, na kterém se vytvoří vodnatá skvrna, ta později zhnědne, až zčerná, hypokotyl se zaškrťe, stonek se zúží, ztratí pevnost a rostlina padá na zem. Na zahradách můžeme pozorovat padání klíčících rostlin nejčastěji u předpěstování paprik, okurek, rajčat apod., typicky v truhlících a bedničkách, které jsou umístěny na oknech, sklenících apod. Pokud jsou rostliny vystaveny stresu, jsou k chorobě náchylnější a může se projevit velmi intenzivně. Ochranným opatřením je dezinfekce půdy, moření osivo, používání sterilních substrátů nebo chemická ochrana, která se však nevyrovná prevenci (Hudec, 2007).

*Sclerotinia minor* a *Sclerotinia sclerotirium* způsobuje sklerociniovou hnilobu salátu, houba napadne kořenový krček a postupně prorůstá do listů. Nejprve vadnou vnější listy, které žloutnou, a buď usychají, nebo za vlhkého počasí hnijí a postupně jsou napadeny další listy a dochází k úhynu celé rostliny. U mrkve jsou osivem nejčastěji přenášeny houbové choroby černá hniloba mrkve a alternáriová skvrnitost listů mrkve. Čeleď miříkovitých může být napadena padlím miříkovitých, které vytváří bělavé povlaky na listech, řapících, lodyhách i na květenství. Poškozené části rostlin mají šedozelenou barvu. Na lodyhách se vytváří kleistotecia s věčky, ze kterých se na jaře uvolní askospory, jež jsou primárním zdrojem infekce. Výskyt houbové choroby je podporován přehnojením dusíkem. *Fusarium solani* napadá česnek, jehož listy žloutnou, rostlina vadne a odumírá, často má rostlina silně redukovaný kořenový systém. Zdrojem nákazy je většinou půda, ve které dokáže houbový parazit přetrvat mnoho let (Ackermann, 2004). Na rajčatech a bramborách škodí *Phytophthora infestans* pod českým názvem plíseň bramborová, která se na rajčata nejčastěji přenesla z brambor a jejíž vývoj a vznik je plně závislý na deštivém a mírně teplém počasí. Choroba se většinou projevuje v první polovině července, kdy se na listech začnou objevovat tmavozelené vodnaté skvrny, na stoncích hnědé skvrny, na plodech, které po napadení hromadně opadávají, šedozelené skvrny. Při suchém a teplém počasí je vhodnou prevencí střídání plodin, vyvazování rostlin, nepřehušťování porostů apod. Dalším preventivním krokem jsou chemické postřiky, které se aplikují v 7 – 14 denních intervalech. Původcem hnědé hniloby (moniliová hniloba) jádrového ovoce je *Monilinia fructigena*, v konidiovém stádiu *Monilia fructigena*. Monilióza se projevuje hnědými skvrnami na plodech a

postupným hnědnutím dužiny, nejčastěji u zralých jablek a hrušek. Napadené plody buď opadávají, nebo se mumifikují, což se projevuje scvrkáváním a vysycháním plodu. Ve skladech se choroba dál rozvíjí, a pokud je sklad bez přístupu světla vzniká tzv. černá forma moniliové hniloby, kdy jsou plody černé a kožovité. Pro rozvoj houbového onemocnění jsou náchylnější mechanicky poškozené plody, nebo plody poškozené od hmyzu. Jako prevence slouží odstraňování napadených plodů, eliminace mechanického poškození a poškození od hmyzu. Před uskladněním vytržít napadené a poškozené plody a zabránit vysoké vlhkosti ve skladech. Monilióza patří k nejnebezpečnějším chorobám jablek a hrušek (Hudec, 2007).

### 1.6.3 Houby v jeskyních

Jeskyně jsou velmi specifický ekosystém a to zejména díky stálé teplotě, vlhkosti vzduchu a nedostatku, či úplné absenci světla. Dalším omezením je minimum organické hmoty. Nejznámějším a typickým zdrojem organické hmoty v jeskyních je netopýří trus, nebo trus, který v jeskyních zanechávají kuny, lišky, různí hlodavci a bezobratlí živočichové. Dalším zdrojem jsou naplavené listy, semena, větvičky apod. Vzhledem k vysoké vlhkosti jsou jeskyně ideální pro růst mikroskopických hub, kde mohou růst v jeskynním sedimentu, na stěnách, v krápnících a na organické hmotě. Hojně porostlé bývá netopýří guáno zástupci mukorovitých a vřeckatých hub. Specifické složení má i vzdušná mikroflóra (Nováková, 2008). V roce 2003 probíhaly odběry vzorků sedimentační metodou v jeskyních Domica, Ardovská jeskyně a Čertovská díra a v roce 2004 v Dobšínské ledové jeskyni a to na jaře na na podzim. Pro srovnání byly také pravidelně izolovány vzorky půdy okolo jeskyní, které však obsahovaly většinou jiné zástupce mikomycetů, než které se podařilo izolovat sedimentární metodou v jeskyni. Z ovzduší jeskyní byly izolovány *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium chrysogenum*, nebo *Fusarium oxysporum*. Na netopýřím trusu a guanu jsou hojné *Mucor mucedo*, *Mucor dirmorphosporus*. *Penicillium glandicola* byl izolován nejen z netopýřího trusu, ale i z exkrementu kuny a žízá. *Myxotrichum deflexum*, což je keratofilní druh houby byl izolován z exkrementu žízá a stejnonožce *Mesoniscus graniger* (Nováková, 2006).

### 1.6.4 Onemocnění vyvolané mikromycetami

Onemocnění, které vyvolává přítomnost mikromycet, můžeme rozdělit, jak uvádějí Kalvodová et Many (1996) do několika skupin:

1. **Mykózy** jsou infekční onemocnění vyvolávaná vesměs mikromycetami, v absolutní převaze patřícími mezi vřeckaté (Ascomycota) nebo imperfektní houby a jen zcela výjimečně i mezi stopkovýtrusé (Basidiomycota).

2. **Mykotoxikózy** jsou chorobné stavy vyvolané metabolickými produkty hub. Mykotoxikózy vyvolané toxickými metabolity (mykotoxiny) uvolňovanými do prostředí. Vyvolávají je takřka výhradně mikromycety.
3. **Mykoalergózy** - mykoalergie jsou stavy přecitlivělosti na některé metabolické produkty, ale především na hmotné částice houbového původu (např. spory).
4. **Mycetismy** jsou stavy vyvolané mycetickými elementy, které však působí tkáňové podráždění pouze svou mechanickou přítomností, aniž by měly možnost se v tkáních pomnožovat, anebo se zde pomnožují jen zcela výjimečně v nepatrné, pro rozvoj onemocnění zřejmě nevýznamné míře.

**Mykózy** povrchové neboli kožní mykózy jsou způsobené houbami, které se rozmnožují v keratinových vrstvách kůže, jako jsou vlasy, vousy, nebo nehty. Nejvýznamnějšími patogeny jsou dermatofyty. Dalším druhem mykóz je subkutánní mykóza, onemocnění méně časté a patří do něho např. sporotrichóza. Což je chronický granulomatózní zánět. Člověk se infikuje houbou *Sporothrix schenckii* zanesením do tkání, třeba díky poranění o trn. Jelikož se tyto houby živí saprofytický, rozkládají dřevo a rostliny, jsou málo invazivní a choroba má většinou profesionální povahu. Vyskytuje se třeba u zahradníků, horníků, zemědělců (Kalvodová et Manyh, 1996). Mezi další mykózy patří aspergilóza vyvolaná nejčastěji druhy: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*. Onemocnění nejčastěji postihuje plíce, vedlejší nosní dutiny a povrchové tkáně. Vyskytuje se zejména u lidí se sníženou imunitou (Greenwood, 1999).

**Mykotoxikózy ergotismus** patří mezi první vypátrané mykotoxikózy u člověka, způsobuje ho námelový alkaloid, což je sekundární metabolit paličkovice nachové – *Claviceps purpurea* (Patočka, 2004). Hostitelem paličkovice jsou obilniny a to především žito, ječmen, oves a pšenice. Z trav např. lipnice luční, nebo kostřava červená. V klase obilovin se vytvoří černá až temně fialová sklerocia (námel), což je stádium, ve kterém houba přezimuje (Malíř, 2003). Po konzumaci mouky obsahující větší množství námele dochází k ergotizmu (Patočka, 2004). Ten se může vyvíjet ve dvou klinických formách. Ve formě konvulzivní, který se projevuje mírnou závratí, únavou, depresi a nevolností. V závažných případech se konvulzivní forma projevuje mravenčením, křečemi končetin a jazyka, vlčím hladem, paralyzovanými horními končetinami, objevuje se ztráta řeči a může dojít k úmrtí, většinou třetí den od prvních příznaků otravy. Tato forma se vykytuje v severovýchodní Evropě. A v druhé formě gangrenózní, což je typická forma pro jihozápadní oblast Evropy se objevují příznaky, jako jsou stažení cév, svalová bolest, nekróza a gangréna. Onemocnění bylo považováno za boží trest a označováno jako oheň sv. Antonína (Antonín, 2013). Intoxikace po požití námelu postihovalo především vesnické obyvatelstvo. V historii lidstva se objevilo několik významných epidemií

ergotismu. Prvním zdokumentovaným je Aténský mor v roce 430 př. n. l, v roce 1692 čarodějnické procesy v USA, rok 1736 – 1737 v českých zemích, 1954 poslední epidemie v Evropě a v roce 1974 v Etiopii. Díky moderním technologickým postupům při zpracování obilnin a ošetření orné půdy je ergotizmus v našich evropských podmínkách vzácností a vyskytuje se zejména v Africe a v Indii (Malíř, 2003).

**Mykoalergie** jsou hypersenzitivní reakcí imunitního systému působící na houbový alergen. Většina alergenů je lokalizována na sporách. K nejvýznamnějším druhům způsobující alergické reakce u lidí patří rody *Aspergillus*, *Fusarium* a *Penicillium* (Kalhotka, 2014). Alergická rhinitis a astma je ve 3 – 15 % vyvoláno sporami hub, nejčastěji rodu *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* a *Penicillium* (Malíř, 2003).

### 1.6.5 Využití hub ve forenzní mykologii

Studium mikroskopických hub poskytuje významné informace a důkazy, které napomáhají k vyřešení různých trestných činů, ale i v civilních řízeních před státními orgány. Pro forenzní mykologii jsou zajímavé důkazy zejména z podkmenů Zygomycota a Ascomycota, neboť spory hub jsou všudypřítomné a některé mikroskopické houby se vážou na specifická místa. Jelikož spory nejsou vidět pouhým okem, pachatel je nebere na zřetel, jako možný důkaz. Kromě mikroskopických spor mohou tyto houby tvořit mycelia, která jsou ukazatelem času (plesnivé jídlo, povlaky na mrtvém těle). V roce 2013 v Londýně, sloužily mikroskopické houby, jako důkaz při zanedbání dítěte ze strany matky, které skončilo smrtí dítěte. Vyšetřovatele potřebovali zjistit, jak dlouho nechala matka své tři děti zamčené v bytě. Což se podařilo díky plísňovým koloniím na zbytcích jídla, které se izolovaly a vypěstovaly na umělých kulturách v laboratoři za podobných podmínek panujících v bytě. Matka nejprve tvrdila, že zanechala děti o samotě pouze o víkendu, ale rozměry kolonií *Aspergillus niger* a *Geotrichum candidum* naznačovaly, že se jednalo o 10 – 14 dní. Matka se k činu přiznala. Tento případ ukazuje důležitost velikostí plísňových kolonií, které lze následně izolovat v laboratořích, kdy mohou sloužit jako důkazní materiál (Hawksworth, Wiltshire, 2015).

### 1.6.6 Výroba potravin a dalších látek pomocí hub

Při výrobě fermentovaných potravin se používají kulturní kmeny mikromycetů a to již několik tisíc let, kdy vznikly selektivním výběrem a domestikací z divokých kmenů. Při výrobě fermentovaných potravin se opakovaně přenášely kmeny na specifický substrát a tím se získaly vhodné technologické vlastnosti. Zejména se používají tyto zástupci:

1. z oddělení Zygomycota: *Mucor*, *Rhizopus*, *Amylomyces*, *Actinomucor*, *Syncephalastrum*.

2. z oddělení Ascomycota: *Neurospora* a *Monascus*
3. ze skupiny mitosporických hub: *Aspergillus*, *Geotrichum* a *Fusarium* (Malíř, 2003).

Přírodně sladká vína, která se vyrábí z přezrálých hroznů s měkčí slupkou, mají vysoký obsah cukru a nízký obsah kyselin jsou snadno napadány kulturní vláknitou mikromycetou *Botrytis cinerea*. U nás jsou tato vína známá jako Muškát, Tramín, Rýnský ryzlink, ze zahraničních vín se jedná o Tokajská vína. *Botrytis cinerea* zajišťuje u těchto vín vyváženost cukru, kyselin a aromatických látek. Zvyšuje obsah cukru v bobulích, mění poměr objemu šťávy a slupky v bobulích. U Tokajských vín narušuje slupku bobulí, tím usnadňuje odpar vody a bobule zasychají a vytvářejí tzv. cibéby (Kadlec, 2012).

Při výrobě plísňových sýrů se očkuje mezofilní smetanová kultura do pasterizovaného mléka. Plísňové sýry lze rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou sýry s plísní na povrchu a druhou sýry s plísní v těstě. Sýry typu gorgonzola, roquefort, niva apod. patří mezi sýry s plísní v těstě. Pro zrání těchto sýrů se používá *Penicillium roqueforti*, která se očkuje do mléka, či sýrového zrna. Je odolná k vyšším koncentracím soli a nenáročná na vzdušný kyslík. Sýry s plísní na povrchu, kam patří výrobky s názvy Camembert, Hermelín, Brie apod. jsou očkované druhem *Penicillium camemberti*. Jako důsledek rozkladu kaseinu enzymy *Penicillium camemberti* sýry měknou. Díky lipolytickému účinku dochází při hydrolýze tuku k uvolňování mastných kyselin. Následuje oxidativní dekarboxylace a vznikne metylketon, který dodává sýrům typické aroma a chuť (Vlková, 2006).

V masném průmyslu se využívají vláknité mikromycety jako startovací kultura při výrobě fermentovaných výrobků. U některých salámů je žádoucí bílý či šedobílý porost na povrchu (Hrabě, 2006). K fermentovaným salámům patří italský salám, španělské chorizo, tradiční uherský salám. Které jsou na povrchu ošetřeny plísňovou kulturou, která zajišťuje specifickou vůni, zlepšuje chuť a vytváří typický povlak na výrobku (Baláš, 2016). Kulturní kmeny chrání masný výrobek před působením vzdušného kyslíku, světlem, spontánním plesnivěním a produkcí mykotoxinů. Porost *Penicillium nalgiovense* způsobuje bílý povlak, *Aspergillus glaucus* šedý povlak a *Scopulariopsis brevicaulis* žlutý povlak. V České republice se v období první republiky vyráběla imitace uherského salámu metodou, kdy se salám zavěsil na několik dní do vlhkého sklepa bez proudícího vzduchu, když se na salámu vytvořil bělavý porost, vyvěsil se do sušárny, dřív než začne mycelium sporulovat. Tato metoda byla zrušena v roce 1953 (Malíř, 2003).

V živočišné výrobě se zkoumal účinek celulózy *Trichoderma viride* na užitkovost masných kuřat, kterým se do krmných směsí přidával enzymový preparát. Po skončení pokusu, který trval 49 dnů lze dojít k závěru, že kuřata po přidávání enzymového preparátu *Trichoderma viride* dosahují vyšší užitkovosti (Marek, Splítek, 1990).

V genetice šlechtění rostlin byl do rostlinného genomu přenesen gen *Aspergillus niger* kódující fytázu. Dojde k degradaci kyseliny fytové, což je hlavní zásobní forma fosforu v semenech rostlin. Fytáza z *Aspergillus niger* přemění kyselinu fytovou na jiné formy a dojde k přeměně na anorganický fosfor. Což je důležité např. u chovu drůbeže, kdy je organický fosfor v trávicím traktu drůbeže nespotřebován a je výhodnější, aby se zvýšila hladina fytázy. Proto se uvažuje o biotechnologické produkci enzymu prostřednictvím rostlinných buněk (Ondřej, 1999).

Za vznik antibiotiků můžeme poděkovat Dr. Alexandrovi Flemingovi a jeho asistentovy, který nechal v laboratoři otevřené okno, kterým se dostaly dovnitř spory mikroskopických hub a kontaminovaly Petriho misky se stafylokokem. Fleming si všiml, že tato houba, známá jako *Penicillium notatum* má baktericidní účinky a účinnou látku pojmenoval penicilin (Ostrý, Kýrová, 2018). K objevu došlo sice už v roce 1928, ale poprvé byl tento lék použit na člověku až v roce 1941. Mechanismus účinku antibiotik spočívá v inhibici tvorby buněčné stěny u bakterií. Antibiotika zabráňují vytvoření trojrozměrné struktury buněčné stěny. Penicilin se používá při léčbě meningitidy, streptokokových infekcí, červanky, kongenitálního syfilisu apod (Příborský, 2004). Využití mikromycetů v přípravě léčiv, fermentovaných potravin, plísňových sýrů a k výrobě organických látek viz tabulka 11.

*Tabulka 11 - Využití mikromycetů v přípravě léčiv, k výrobě organických látek, fermentovaných potravin a plísňových sýrů (Malíř, 2003, upraveno)*

| <b>Produkt</b>       | <b>Mikromycety</b>             | <b>Použití</b>                                |
|----------------------|--------------------------------|---|
| Asperlicin           | <i>Aspergillus alliaceus</i>   | léčba nemocí žaludku                          |
| Cephalosporin        | <i>Acremonium chrysogenum</i>  | Antibiotika                                   |
| Penicilin            | <i>Penicillium chrysogenum</i> | Antibiotika                                   |
| Kyselina citrónová   | <i>Aspergillus niger</i>       | Potraviny, nápoje, kosmetika, zpracování kůží |
| Kyselina fumarová    | <i>Rhizopus stolonifer</i>     | Smáčedla                                      |
| Kyselina gibberelová | <i>Fusarium moniliforme</i>    | Růstový hormon rostlin                        |
| Saké – rýžové víno   | <i>Aspergillus oryzae</i>      | Alkoholický nápoj                             |
| Tempeh               | <i>Rhizopus oligosporus</i>    | Potravina                                     |
| Brie<br>Camembert    | <i>Penicillium camemberti</i>  | Sýry s plísní na povrchu                      |

|                       |  |                                   |
|-----------------------|--|-----------------------------------|
| Hermelín<br>Plesnivec |  |                                   |
| Sedlčanský vltavín    | <i>Penicillium camemberti</i> ,<br><i>Penicillium roqueforti</i>                                       | Sýr s plísní na povrchu a v těstě |
| Niva<br>Gorgonzola    | <i>Penicillium roqueforti</i>  | Sýry s plísní v těstě             |
| Speck                 | <i>Penicillium</i> spp.<br><i>Aspergillus glaucus</i>  | Slanina s plísňovým pokryvem      |
| Uherský salám         | <i>Penicillium nalgiovense</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i> ,<br><i>Scopulariopsis brevicaulis</i> | Salám maďarského typu             |
| Chorizo               | <i>Penicillium nalgiovense</i>   | Salám španělského typu            |

### 1.6.7 Využití hub při biologické ochraně rostlin

Alternativou pro používání pesticidů, chemických látek – přípravků pro ochranu rostlin je použití mykopesticidů, které jsou šetrné k životnímu prostředí a využívají se zejména v ekologickém zemědělství, viz tabulka 12. Mikroskopické houby se využívají k ochraně rostlin, v boji proti patogenním houbám rostlin, proti plevelům, živočišným škůdcům (členovcům) a hlísticím (Malíř, 2003).

Tabulka 12 - Využití mikromycetů k ochraně rostlin v boji proti patogenním houbám rostlin, proti plevelům, živočišným škůdcům (členovcům) a hlísticím (Malíř, 2003, upraveno)

| Patogenní houba               | Onemocnění       | Hostitel  | Použitá mikromyceta            |
|-------------------------------|------------------|-----------|--------------------------------|
| <i>Botrytis cinerea</i>       | Plíseň šedá      | Jahody    | <i>Gliocladium roseum</i>      |
| <i>Alternaria zinneae</i>     | Skvrnitost listů | Fazole    | <i>Alternaria tenuissima</i>   |
| <i>Claviceps purpurea</i>     | Námel            | Obiloviny | <i>Fusarium roseum</i>         |
| <i>Cronartium strobilinum</i> | Sněť             | Borovice  | <i>Sphaerellopsis filum</i>    |
| <i>Verticillium dahliae</i>   | Vadnutí          | Máta      | <i>Verticillium nigrescens</i> |

## **2 Badatelsky orientované vyučování v průběhu laboratorních prací**

### **2.1 Badatelsky orientované vyučování**

Dnešní vzdělávání je založeno zejména na předávání informací, zkušeností a kulturních vzorců. Často se stává, že se dítě při vstupu do školského systému jakoby odnaučí myslet a tuto úlohu přebírá učitel, který žákům vysvětluje, jak mají řešit úlohy, objasňuje jim vědomosti a na položené otázky, které směřují k žákům, ihned odpovídá. Tento přístup vede k pasivitě žáků a někteří z nich posléze nedokážou samostatně řešit úlohy, či problémy (Mařuškin 1973).

Dle zprávy společnosti White Wolf Consulting z roku 2009 byl zjištěn upadající zájem o přírodovědné a technické obory z důvodu jejich obtížnosti, a to i přes to, že jsou považovány za perspektivní a zajímavé. Tento odmítavý postoj se prohlubuje se zvyšujícím se věkem žáků. Žáci základních škol přijímají přírodovědné a technické obory snáz, než studenti středoškolských. V rámci pohlaví mají odmítavý postoj více dívky, než chlapci. Výzkum PISA z roku 2006 (Programme for International Student Assessment) ukázal, že žáci nemají problém s osvojením teorie, ale se samostatným uvažováním, vytvářením hypotéz, navrhováním řešení, interpretací dat a formulací vyvozených závěrů, včetně jejich argumentace (Papáček, 2010).

Škoda a Doulík, kteří se zabývali historickým vývojem paradigmat přírodovědného vzdělání, uvádějí: „Scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání přineslo do škol vysokou míru obtížnosti přírodovědných předmětů a vysokou míru abstrakce, která byla uplatňována již v průběhu nižšího sekundárního stupně vzdělávání. Dozrávání kognitivních funkcí dítěte daného věku však ještě není na takové úrovni, aby mohli žáci s takovou mírou abstrakce smysluplně pracovat. To vede k mechanickému učení faktů bez bližšího pochopení souvislostí. Na úrovni vyššího sekundárního stupně vzdělávání se zejména na gymnáziích setkáváme s rozsahem učiva, které není adekvátní ani časové dotaci přidělené pro výuku přírodovědných předmětů, ani rozvoji myšlenkových operací žáků“. Badatelsky orientované vyučování vzniklo, jako reakce na krizi humanistického a scientistického paradigma přírodovědného vzdělávání koncem 80. let minulého století (Škoda, Doulík, 2009). Postupně se začal zavádět konstruktivistický vzdělávací směr IBE (inquiry based education). V českém prostředí můžeme použít termín badatelsky orientovaného vyučování. Pro badatelsky orientované vyučování v přírodovědných předmětech je charakteristické, že i přes připravený scénář vyučovací hodiny nemusí dosáhnout stanoveného cíle, jelikož se věc nemusí vždy plně povést, což vede k vysokým nárokům na učitele, jeho přípravu a flexibilitu. Učitel může k motivaci žáka využít nejen vhodně volené otázky, ale i myšlenkovou konstrukci příběhu s otázkami, které nabízejí i televizní programy. Např. Michaelův experiment, či Výpravy s Jeffem Corwinem.



Pro badatelsky orientované vyučování vybíráme témata z RVP, ŠVP, učebnic, nebo v případě např. projektových dnů i mimo obsah učebnic (Papáček, 2010).

Z výzkumu Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice využitím prostředí školních zahrad vyplývá, že zařazení badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol, vede u žáků k nárůstu znalostí daného tématu a ke zlepšení vztahů ve skupině. Je však nutné zvolit vhodné téma, které bude žáky zajímat. Oblíbenost probíraného tématu, pozitivně ovlivňuje výkonnost žáků (Vácha, Ditrich, 2016).

Je proto vhodné pravidelně do frontální výuky zahrnovat badatelsky orientované vyučování, které žáka uvede do rozporu s jeho znalostmi, dovednostmi a postoji. Tím je žák aktivován k bádání a k hledání cest, jak reálnou situaci vyřešit, či pochopit. Bádání můžeme rozlišit na několik skupin, první skupinou je potvrzující bádání, kdy učitel žákům poskytne návod, postup a výzkumnou otázku na kterou je již známá odpověď, tudíž žák si jí ověří v praxi. Ve strukturovaném bádání, kde je opět učitel v hlavní roli, klade žákům návodné otázky a žáci hledají řešení skrz bádání. Další možností je bádání nasměrované, kdy je učitel v roli průvodce, pomáhá žákům stanovit výzkumné otázky a postup bádání. Posledním typem je otevřené bádání, které se nejvíce podobá skutečnému vědeckému bádání. Žáci by nejprve měli mít zkušenosti s předešlými typy bádání, aby byli schopni této samostatné činnosti. Učitel zde nezasahuje do bádání žáků, jako u předchozích stylů bádání a kromě vyvození závěrů by si měli umět žáci své tvrzení obhájit (Dostál, 2015).

Badatelsky orientované vyučování používá aktivizující metody, což jsou takové metody, které mají za cíl, aby se žák aktivně zapojil do procesu poznávání, řešil problémy, hodnotil, argumentoval, či vyvozoval závěry a to buď samostatně, nebo spoluprací s ostatními žáky (Švarcová – Slabinová, 2008). Mezi nejběžnější aktivizující metody patří diskuze, při které si všichni účastníci vyměňují názory na dané téma (Maňák, Švec, 2003). Žáci se při diskuzi učí slovně vyjadřovat, argumentovat a obhajovat své názory. Je důležité zvolit vhodné téma k diskuzi, které je pro žáky zajímavé a obsahuje rozpory (Švarcová – Slabinová, 2008). Další aktivizující metodou je heuristická metoda založená na objevování, či řešení daného problému. Je vhodné jí použít, ve spojení či jako doplněk k jiným metodám vyučování, protože není v silách žáka, aby objevil a prozkoumal všechny aspekty, které si má ve výuce osvojit. Mezi způsoby jak motivovat žáka k této metodě, je pokládat mu problémové otázky, seznámit ho s rozpory a zajímavostmi, rozvíjet fantazii a představivost (Švarcová – Slabinová, 2008).

Badatelsky orientované vyučování můžeme použít i při laboratorních pracích, kde však nemusí žáci pracovat jen podle předem stanoveného postupu, jak je to pro laboratorní práce běžné. Laborování je

velmi oblíbené zejména u žáků mladšího školního věku, v oblasti přírodovědných předmětů mohou žáci buď samostatně, ve dvojici, či skupině provádět pokusy. Učí se zaznamenávat průběh práce, vyvozovat závěry a psát laboratorní protokoly (Maňák, 2003). Laborování ve skupinách je výhodné z hlediska rozdělení práce mezi žáky v dané skupině a vzájemné obohacování znalostí žáků (Švarcová – Slabinová, 2008). Na druhém stupni základních škol a víceletých gymnázií probíhá laborování, jako ucelené laboratorní cvičení ve specializovaných učebnách – laboratořích, v terénu, v okolí školy, nebo dílnách. Žáci při nich provádějí složitější pokusy, ověřují hypotézy a vyvozují závěry (Maňák, 2003).

### **3 Mezipředmětové vztahy**

#### **3.1 Mezipředmětové vztahy**

Mezipředmětové vztahy definuje Průcha (2013) jako: „Vazby mezi jednotlivými vyučovacími předměty přesahující předmětový rámec, podporující pochopení souvislostí dílčích obsahů, prostředek integrace obsahu vzdělávání.“

Dítě si od narození vytváří obraz o okolním světě a do školy nepřichází jako nepopsaný list papíru, což pro učitele znamená, že nemá za úkol zaplnit prázdná místa ve vědomí dítěte, ale pouze uvést na pravou míru jeho dosud získané znalosti. Svět se skládá z několika částí, které můžeme rozdělit na fyzický, sociální, nehmotný, náboženský apod. Stále se však jedná o celek. Svět je pouze jeden. Na propojenost světa a jeho částí je důležité žáky upozorňovat a to prostřednictvím učiva, které tuto příležitost nabízí. Často se stává, že si žáci osvojí jednotlivé informace z daného předmětu, ale už jim uniká kontextuální souvislost (Starý, Rusek, 2019).

Vybraná témata z přírodovědných předmětů lze proto použít i pro jiné předměty, jako je např. matematika, nebo český jazyk. V českém jazyce lze využít práci s textem, který je zaměřený na přírodovědné téma, jež je probíráno v hodinách přírodopisu. Patří k nejstarším metodám vyučování a v dnešní době se nevztahuje pouze na práci s tištěným obsahem (učebnice, knihy, časopisy), ale lze využít i moderní média, jako je televize a počítač. Pro úspěch práce s textem by měl žák textu rozumět a měl by být schopen odhadnout obtížnost textu, stanovit si cíl vlastního učení, dodržet čas daný na práci s textem a zhodnotit svoji práci s textem a přínos (Švarcová – Slabinová, 2008).

V hodinách matematiky můžeme přírodovědné téma zapojit např. do slovních úloh. Žáci si tím zopakují téma vyučované v přírodovědných předmětech a aplikují ho do hodin matematiky. Slovní úlohy mohou být pro žáky atraktivnější a lépe uchopitelné, když se s podobným textem již seznámili v předešlých hodinách přírodovědného předmětu.

Lucie Kuncová z katedry chemie a didaktiky chemie, Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy, vytvořila v rámci diplomové práce badatelské aktivity určené primárně pro žáky základních škol, s ohledem na jejich schopnosti a s potřebou volnosti otevřeného bádání, které však bylo regulováno formou pracovních listů, navržených do „adaptovatelných úloh“, protože přílišná autonomie, s ohledem na případnou nezkušenost žáků s touto formou výuky, mohla být kontraproduktivní. V úlohách je žák nasměrován pomocí výzkumné otázky a v případě problémů či nejasností, může úlohu konzultovat s učitelem, který ho navede správným směrem. Pokud tato forma pomoci selže, může žák začít pracovat na úloze, jejíž zadání je koncipováno jako nasměrované bádání (Kuncová, 2019).

Zapojení jednoho určitého tématu, jehož odborná stránka je probrána v přírodovědných předmětech, jeho aplikace a znovupoužití jen v jiné formě a za jiným cílem, skrze předměty matematika a český jazyk, může žákům více přiblížit reálný život a důvod, proč se učí danou látku ve škole. V dnešním školství se většina témat učí separovaně a nemají spojitost s dalšími vyučovanými předměty. Zatímco, když využijí k získání vědomostí poznatky z několika předmětů, může jim školní vzdělávání přijít smysluplnější a zejména je připraví na reálný život, kdy budou při řešení problémů potřebovat spojit poznatky, které se naučili ve škole.

## 4 Praktická část

Cílem mé praktické části diplomové práce je analyzovat zastoupení vláknitých mikromycet v učebnicích pro základní školy a nižší víceletá gymnázia podle hodnotících kritérií. A posléze navrhnout pro žáky úlohy zabývající se tématem vláknitých mikromycet, které jsou vhodné pro zařazení do výuky přírodopisu, jak v prezenčním tak distančním vzdělávání a úlohy, jež je možné využít jako mezipředmětové. Navrhla jsem dvě úlohy pro prezenční formu výuky, dvě úlohy pro distanční formu výuky, tři úlohy pro předmět matematika, přičemž je jedna úloha upravena pro žáky se specifickou poruchou - dyslexií a pro český jazyk úlohu čtení s porozuměním, která je také upravena pro žáky se specifickou poruchou – dyslexií. Úlohy určené pro distanční vzdělávání a úlohy mezipředmětové, byly ověřeny ve výuce u žáků 6. třídy na Základní škole Bystřice. Vzhledem k pandemii Covid – 19, nebylo možné ověřit ve výuce úlohy určené k prezenčnímu vzdělávání.

### 4.1 Vlákňité mikomycety ve vzdělávacích dokumentech

Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny na úrovni stání, do kterého spadá Rámcový vzdělávací program (RVP) a na úrovni školní se jedná o Školní vzdělávací program (ŠVP). RVP pro základní školy specifikuje klíčové kompetence, vymezuje vzdělávací obsah, očekávané výstupy a učivo, určuje vše co je potřeba k povinnému vzdělávání žáků na základní škole, je podkladem pro stanovení požadavků přijímacího řízení na střední školy apod. RVP rozděluje vzdělávací obsah do devíti vzdělávacích oblastí. Úlohy jsem vytvořila pro předmět přírodopis, který spadá do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Žáci v této oblasti vzdělávání poznávají přírodu a kromě přírodopisu sem spadají vzdělávací obory zeměpis, chemie a fyzika. Mezi cíle vzdělávací oblasti člověk a příroda patří např. zkoumání přírodních faktů, kladení otázek ohledně přírodních procesů, potvrzení či vyvrácení hypotéz apod. (RVP, 2021).

ŠVP je dokument sloužící pedagogům, který si každá škola vytváří sama podle RVP. Umožňuje upravit vzdělávání podle typu a zaměření školy a přizpůsobuje vzdělávání praxi, se kterou se učitel setkává. ŠVP jsem zvolila ze základní školy Bystřice, na které byly úlohy ověřeny (viz tabulka 13).

#### 4.1.1 Vlákňité mikromycety v RVP a ŠVP Základní školy Bystřice

*Tabulka 13 – Vlákňité mikromycety v RVP a ŠVP Základní školy Bystřice (RVP 2021, ŠVP Bystřice 2020, upraveno)*

|                          | <b>RVP Z</b>     | <b>ŠVP Bystřice</b> |
|--------------------------|------------------|---------------------|
| <b>Vzdělávací oblast</b> | Člověk a příroda | Člověk a příroda    |
| <b>Vzdělávací obor</b>   | Přírodopis       | Přírodopis          |

| Učivo   | Houby bez plodnic   | Houby  |
|---|---|--|
| Tematické okruhy                                | Biologie hub  |  |
| <b>Očekávané výstupy</b>                        | - rozpozná naše nejznámější jedlé a jedovaté houby s plodnicemi a porovná je podle charakteristických znaků | - vysvětlí rozdíl ve stavbě buňky hub a rostlin<br>- vysvětlí význam plísni<br>- popíše jednotlivé části hub<br>- zná význam hub v přírodě i pro člověka, rozlišuje mezi parazitismem a symbiózou<br>- pozná (i s pomocí atlasu) naše nejznámější jedlé a jedovaté houby |
| <b>Průřezová témata a mezipředmětové vztahy</b> |   | První pomoc při otravě houbami   |

#### 4.1.2 Analýza učebnic

Učebnice je výukový materiál, který je součástí edukačního procesu. Jsou součástí vzdělávacích projektů a musí svým obsahem korespondovat s kutikulárními dokumenty. Jsou zdrojem obsahu vzdělávání pro žáky a didaktickým prostředkem pro učitele (Průcha, 1998).

##### Cíle analýzy učebnic:

1. Zjistit, jací zástupci vláknitých mikromycet se v učebnicích uvádějí.
2. Zjistit, zda jsou v učebnicích použity fotografie, či nákresy vláknitých mikromycet.
3. Zjistit, jestli se v učebnicích používá neodborný termín plísň pro vláknité mikromycety.
4. Zjistit, zdali jsou v učebnicích praktické úlohy zaměřené na vláknité mikromycety.

### Metodologie analýzy učebnic:

Při analýze učebnic se používají nejčastěji dvě techniky. První je aplikace vzorců čtivosti a druhá technika, kterou jsem pro analýzu zvolila, je seznam hodnotících kritérií, mezi které patří například odborný text, použití obrázků a nákrešů v učebnici, srozumitelnost či typy úloh (Sikorová, 2004).

Estonský vědec Jann Mikk (2000) rozčlenil kvalitu učebnic dle:

1. obsah (korespondence s cíli, vědecká správnost, spojení se životem apod.)
2. čtivost (srozumitelnost, složitost textu apod.)
3. strukturování (členění materiálu na lekce, typografické prostředky apod.)
4. cvičení (otázky, pokyny pro pozorování apod.)
5. rozvoj myšlení žáků (různé perspektivy, konkrétní příklady, obrázky, flexibilita metod apod.)

Jako hodnotící kritéria jsem zvolila zastoupení obrázků a fotografií v učebnici, které napomáhají k rozvoji myšlení žáků, cvičení ve formě praktických úloh, dalším kritériem byla vědecká správnost, konkrétně používání neodborného názvu plísně a zvolení zástupci vláknitých mikromycet v učebnicích. Výsledky analýzy jsem zapsala do tabulky 14. Vzhledem k pandemii koronaviru Covid – 19 a omezenému přístupu k dokumentům, byly pro analýzu použity pouze čtyři učebnice přírodopisu, které jsou určeny pro 6. třídu základní školy, nebo primu u víceletých gymnázií. Jedná se o Přírodopis pro 6. ročník, 1 díl – Úvod do přírodopisu od vydavatele Nová škola, kterou jsem vybrala pro analýzu z důvodu osobní zkušenosti ze zaměstnání, kdy se s touto učebnicí pracovalo. Dále mě oslovila učebnice: Přírodopis pro 6. ročník. Učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: bakterie, řasy, houby, bezobratlí od nakladatelství České geografické společnosti. Přírodopis 6 zoologie a botanika: pro základní školy od vydavatele SPN - pedagogické nakladatelství jsem si vybrala z osobních důvodů, jelikož autor učebnice Dr. Vladimír Černík byl můj učitel na střední škole a jednalo se o velmi inspirativní osobnost. Přírodopis 6 – nová generace od nakladatelství Fraus jsem si vybrala na doporučení od ostatních spolužáků, kteří tuto učebnici používají při svých hodinách přírodopisu. Výsledky analýzy jsem zapsala do tabulky

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Název:</b>     | <b>Přírodopis pro 6. ročník, 1 díl – Úvod do učiva přírodopisu</b>             |
| <b>Autor:</b>     | <b>Mgr. Eliška Musilová, RNDr. Antonín Konětopský, Mgr. Robert Vlk, Ph. D.</b> |
| <b>Vydavatel:</b> | <b>Nová škola, s. r. o., Brno, 2016</b>  |

Vláknité mikromycety v učebnici: téma říše houby v učebnici navazuje na jednobuněčné rostliny - řasy. Říše houby je zde rozdělena na:

1. Kvasinky
2. Plísně
3. Houby s plodnicí
4. Lišejníky

Učebnice dále uvádí hlavní znaky hub a způsob života. Následuje kapitola o kvasinkách a posléze o plísních. Jejich základní charakteristika, využití pro výrobu antibiotik a sýrů. Je zde uveden náčrt stavby těla plísně hlavičkové. Vybranými zástupci i s fotografiemi jsou plíseň hlavičková a štětičkovec. Otázkami k diskusi jsou podmínky, které plísním vyhovují, nebo názvy plísnivých sýrů, které žáci znají. Je zde uvedeno i upozornění na plesnivě potraviny a nemožnost je dále konzumovat. Na konci učebnice je námět na praktické pozorování mnohobuněčných hub – plísní. Úkolem je pozorovat stavbu těla plísní na chlebu a citrónu pomocí mikroskopu.

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Název:</b>     | <b>Přírodopis pro 6. ročník Učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: bakterie, řasy, houby, bezobratlí</b> |
| <b>Autor:</b>     | <b>RNDr. Miroslav Maleninský, doc. RNDr. Jaroslav Smrž, CSc., RNDr. Bohdan Škoda, Dr.</b>   |
| <b>Vydavatel:</b> | <b>Nakladatelství České geografické společnosti, Praha, 2004</b>  |

Téma houby navazuje v učebnici na řasy. V úvodu hub učebnice pojednává o jednobuněčné kvasince, jejím rozmnožování a uvádí potraviny získané pomocí kvasinek. Srovnává buňku hub, rostlin a živočichů. Následuje kapitola: Houby nemusí mít klobouk, která se zabývá vláknitými mikromycety.

Kapitola obecně charakterizuje řád houby a vysvětluje, že každá houba nemusí mít klobouk. Popisuje ekologii vláknitých mikromycet, zmiňuje se o plesnivých potravinách a jidech, které plísně produkují i o pozitivním využití vláknitých mikromycet ve výrobě sýrů a antibiotik. Vybranými zástupci vláknitých mikromycet jsou kropidlák, štětičkovec a plíseň hlavičková. Okrajově rzi a sněti. Štětičkovec a kropidlák mají v učebnici náčrt, společně s plísní hlavičkovou, která se vyskytuje na

starém chlebu a pečivu. Na závěr kapitoly jsou položeny otázky typu: Jak chránit potraviny před plesnivěním, či pokus o vypěstování co nejvíce druhů mikroskopických hub.

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Název:</b>     | <b>Přírodopis 6 zoologie a botanika: pro základní školy</b> |
| <b>Autor:</b>     | <b>Dr. Vladimír Černík, Mgr. Marta Hamerská</b>             |
| <b>Vydavatel:</b> | <b>Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2007</b>        |

Téma vláknité mikromycety v učebnici: téma houby navazuje na předchozí téma rostliny. Po základní charakteristice hub následuje kapitola o stopkovýtrusých houbách a posléze o vřeckovýtrusých houbách. V úvodu se pojednává o vzniku názvu vřeckovýtrusých hub, je zde uvedena kresba štětičkovce a upozornění, že i když hovoříme o zplsnivělých potravinách a lidově se těmto houbám říká plísně, odborně se tento název nepoužívá. Autor se zde zmiňuje o výrobě antibiotik, jedovatých látkách, které houby vytvářejí a mohou způsobovat onemocnění a upozornění na konzumaci potravin s plísní, které nemáme požívat, ani dávat zvířatům. Zmíněnými zástupci vláknitých mikromycet jsou paličkovice nachová, štětičkovec, kropidlák a hlízenka ovocná.

|                   |                                     |
|-------------------|-------------------------------------|
| <b>Název:</b>     | <b>Přírodopis 6 – nová generace</b> |
| <b>Autor:</b>     | <b>Ivana Pelikánová et al.</b>      |
| <b>Vydavatel:</b> | <b>Nakladatelství Fraus, 2014</b>   |

Téma vláknité mikromycety v učebnici: Kapitola: Houby – rostliny, nebo živočichové? Navazuje na kapitolu Sinice – modrozelené bakterie. V úvodu kapitoly se žáci s houbami seznamují pomocí krátkého příběhu o Katce a dědovi. Následuje stručná charakteristika a nákres stavby plodnice. V podkapitole vybrané příklady druhů hub jsou zde zmíněny druhy i s nákresem, či fotografií. Jedná se o plíseň hlavičkovou, se stručným popisem makrohabitu, výskytem na potravinách a námětem pro pozorování plísně hlavičkové pomocí lupy. Dalším zástupcem je štětičkovec, kropidlák černý a hlízenka ovocná, u kterých je popis druhu strukturován podobně, jako u plísně hlavičkové. V učebnici je prostor pro diskuzi ohledně vědeckého názvu *Penicillium* a nahnílém ovoci a důvodu, proč ho dále nekonzumovat. Jeden odstavec pojednává o potravinách napadených plísní a jeho škodlivosti.



Tabulka 14. Analýza vybraných učebnic.

| Učebnice  | Použití zástupci vláknitých mikromycet                                  | Nákresy, fotografie | Výskyt neodborného termínu - plísně | Praktická úloha pro vláknité mikromycety |
|---|---|---------------------|-------------------------------------|--|
| Přírodopis pro 6. ročník, 1 díl – Úvod do učiva přírodopisu   | plíseň hlavičková<br>štětičkovec  | Ano                 | Ano                                 | Ano                                      |
| Přírodopis pro 6. ročník. Učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: bakterie, řasy, houby, bezobratlí | plíseň hlavičková<br>štětičkovec<br>kropidlák<br>padlí<br>rzi<br>sněti  | Ano                 | Ano                                 | Ano                                      |
| Přírodopis 6 zoologie a botanika: pro základní školy  | paličkovice nachová,<br>štětičkovec,<br>kropidlák,<br>hlízenka ovocná   | Ano                 | Ne                                  | Ne                                       |
| Přírodopis 6 – nová generace.   | plíseň hlavičková<br>štětičkovec,<br>kropidlák černý<br>hlízenka ovocná | Ano                 | Ne                                  | Ano                                      |

#### Shrnutí vybraných učebnic:

Všechny učebnice upozorňují na škodlivost požívání plesnivých potravin, zmiňují se o pozitivním významu mikroskopických hub ve výrobě sýrů a antibiotik, a uvádí jejich stručný popis a charakteristiku. Učebnice obsahují názorné nákresy a fotografie mikroskopických hub a pokládají žákům doplňující otázky a prostor pro diskuzi. Praktické, či badatelsky zaměřené aktivity jsou většinou zaměřeny na kvasinku pивní. Učebnice: Přírodopis pro 6. ročník, 1 díl – Úvod do učiva přírodopisu od vydavatele Nová škola, nabízí úlohu pro praktické pozorování vláknitých

mikroskopických hub, podobně jako učebnice od vydavatele Nakladatelství České geografické společnosti - Přírodopis pro 6. ročník. Učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: bakterie, řasy, houby, bezobratlí, kde jsou žáci nabádáni k vypěstování co největšího počtu různých druhů vláknitých mikroskopických hub. Učebnice shodně vybírají zástupce: štetíčkovec, a plíseň hlavičková. Některé mají zástupců více: kropidlák, paličkovice nachová a hlízenka ovocná. Pouze jedna učebnice od Ph. Dr. Černíka - Přírodopis 6 zoologie a botanika: pro základní školy od vydavatele SPN - pedagogické nakladatelství, 2007, upozorňuje na neodborný a laický termín plíseň, používaný obecně pro vláknité mikroskopické houby. V učebnicích oceňuji jasné a zřetelné nákresy a fotografie vybraných druhů. Upozornění na škodlivost plesnivých potravin i pozitivní význam mikroskopických hub. Větší prostor bych věnovala praktickému pozorování mikroskopických hub pomocí lupy, či mikroskopu, nebo jiné formě pozorování např. pomocí mykologických zahrad. Co vidím, ale jako zásadní problém je, že se vláknité mikroskopické houby se označují v některých učebnicích, které jsem analyzovala neodborným termínem plíseň, což je velmi zavádějící a nepravdivé tvrzení.

## 4.2 Návrh úloh pro prezenční výuku

Pro prezenční výuku jsem vytvořila dvě úlohy, které je možné využít při laboratorních pracích. Obě úlohy seznamují žáky blíže s vláknitými mikromycety, prací s mikroskopem a výrobou preparátů. Své poznatky, nákresy a postup práce, včetně závěru zapisují do laboratorních protokolů, viz příloha 2.

### 4.2.1 První praktická úloha

Cílem laboratorního cvičení je zjistit rozdíl mezi kvasinkami, což jsou jednobuněčné houbové organismy s typicky kulatým, nebo oválným tvarem a vláknitými houbami, které jsou mnohobuněčné, a na rozdíl od kvasinek tvoří rozvětvené vláknité mycelium.

|                |  |
|----------------|--|
| Název          | Rozdíl mezi kvasinkami a vláknitými houbami  |
| Cílová skupina | 6 třída ZŠ, nebo prima u víceletých gymnázií   |
| Výukový cíl    | <p><b>Kognitivní:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vysvětlí rozdíl mezi kvasinkou a vláknitou houbou.</li> <li>2. Rozliší od sebe na mikroskopickém preparátu kvasinku a vláknitou houbu.</li> </ol> <p><b>Psychomotorický:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zhotoví nativní a barvený preparát. Nakreslí kvasinku a vláknitou houbu.</li> </ol> |

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Časová<br>náročnost | 45 minut |
|---------------------|----------|

### **Materiál a pomůcky:**

Mikroskop, podložní sklíčko, krycí sklíčko, preparační jehla, plastová pipeta, filtrační papír, cottonová modř, voda, droždí, cukr, plesnivý chléb a citron, nádoba, papír, tužka, pastelky, laboratorní protokol.

### **Metodika pro učitele:**

Před cvičením uděláme toto: Do vlažné vody s cukrem přidáme droždí (sušené, čerstvé) a rozmícháme. Stačí připravit jednu nádobu pro celou třídu.

V úvodu hodiny žáky seznámíme s celým laboratorním cvičením, které je zaměřeno na rozdíl mezi kvasinkami a vláknitými houbami. Hlavními úkoly cvičení jsou:

- Zhotovení nativního a barveného preparátu.
- Mikroskopické pozorování kvasinky a vláknité houby.
- Zakreslení pozorování pod mikroskopem, či pořízení fotografií.
- Vyplnění laboratorního protokolu.

Nejprve připomeneme žákům bezpečnost práce v laboratoři a zkontrolujeme, zda mají na sobě vhodný oděv a obuv. Dále jim ukážeme laboratorní pomůcky, které budeme používat (podložní sklo, krycí sklo, preparační jehla, plastová pipeta, mikroskop). Vysvětlíme práci se světelným mikroskopem.

### **Postup laboratorní práce:**

V první úloze si každý žák nejprve zhotoví nativní a barvený mikroskopický preparát kvasinek a vláknitých mikromycet dle následujícího postupu.

#### Nativní preparát kvasinek:

1. Z nádoby se suspenzí odeber plastovou pipetou vzorek a na čisté podložní sklíčko kápni 1 kapku.
2. Krycí sklíčko posunuj hranou po podložním sklíčku, když se dotkne kapky vody, sklíčko pusť.
3. Přebytkovou vodu odsaj filtračním papírem.
4. Pozoruj mikroskopem.
5. Zhotov nákres kvasinky.

#### Barvený preparát kvasinek:

1. Stejný postup, jako u nativního preparátu opakuj s cottonovou modří. Tu přidej do kapky vody na podložním sklíčku.
2. Pozoruj mikroskopem.

#### Nativní preparát vláknitých mikromycet:

1. Další mikroskopický preparát zhotov odběrem mikromycet z povrchu plesnivého chleba a citronu.
2. Na podložní sklíčko kápní kapku vody.
3. Preparační jehlou odeber malé množství houby na substrátu a rozvolni jí v kapce vody.
4. Překryj krycím sklíčkem a pozoruj pod mikroskopem.
5. Zakresli své pozorování.

#### Barvený preparát vláknitých mikromycet:

1. Stejný postup, jako u nativního preparátu opakuj u plesnivého citronu.
2. Preparát obarví cottonovou modří, kterou přidáš do kapky vody.
3. Přebytečnou vodu odsaj filtračním papírem.
4. Pozoruj pod mikroskopem.
5. Vyplň laboratorní protokol.

Žáci dokážou vysvětlit rozdíl mezi jednobuněčnou kvasinkou a mnohobuněčnou vláknitou houbou.

### 4.2.2 Druhá praktická úloha

Cílem je seznámit žáky s padlím, které je velmi známým fytoparazitem. Jde o houbové onemocnění rostlin, které tvoří na povrchu rostlinných orgánů typické bělavé povlaky. Pro laboratorní cvičení jsem zvolila zástupce padlí dubové – *Microsphaera alphitoides*. Jedná se o významného zástupce skupiny vřeckatých hub (Acomycota), řazených do řádu *Erysiphales*. Napadené části rostlin vypadají jako poprášené moukou, od čehož je odvozen i český název této skupiny hub: padlí, moučenky. Bělavé povlaky jsou ve skutečnosti nepohlavním myceliem (anamorfního) stádia houby. Mycelium anamorfního stádia vyrůstá na svrchní i spodní straně listů. Na houbových vláknech, jež jsou poměrně tenká, se tvoří vzpřímené konidiofory, které produkují poměrně velké, soudečkovité až válcovité konidie (oidie). Plodnice pohlavního – teomorfního stádia (kleistothecium) mají šedé až černé zbarvení, ve kterém se tvoří cca 10 vřecek. Každé vřecko obsahuje 8 vejčitých askospor. Různé druhy padlí se rozlišují pomocí charakteristických přívěšků na povrchu plodnice (kleistothecia). K infekci dubu padlím dochází krátce po vyrašení na listech a letorostech. K infekci dochází z přezimujícího mycelia v pupenech a koncích větví a díky askosporám, které se vyvinuly na loňských listech.

Důsledkem napadení padlí je předčasný opad listů, znetvoření či zakrnění sazenic a větví (Soukup, 2003).

|                  |   |
|------------------|---|
| Název            | Mikroskopické pozorování padlí na rostlinách  |
| Cílová skupina   | 6 třída ZŠ, nebo prima u víceletých gymnázií  |
| Výukový cíl      | <p><b>Kognitivní:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vysvětlí vlastními slovy, co jsou: kleistothecia, konidiofory a konidie.</li> <li>2. Dokáže od sebe rozlišit na mikroskopickém preparátu kleistothecium, konidiofor a konidii.</li> </ol> <p><b>Psychomotorický:</b></p> <p>Žák manipuluje s lupou, dubovým listem, světelným mikroskopem a laboratorními pomůckami. Odebere padlí z povrchu listu. Zhotoví nativní a barvený preparát. Nakreslí kleistothecia, konidiofor a konidie.</p> |
| Časová náročnost | 45 minut  |

### **Materiál a pomůcky:**

Mikroskop, lupa, podložní sklíčko, krycí sklíčko, preparační jehla, plastová pipeta, filtrační papír, cottonová modř, voda, napadené dubové listy, papír, tužka, pastelky, laboratorní protokol.

### **Metodika pro učitele:**

V úvodu hodiny žáky seznámíme s celým laboratorním cvičením, které je zaměřeno na padlí na rostlinách. Hlavními úkoly cvičení jsou:

- Pozorování padlí dubového na listu pomocí lupy.
- Odběr padlí z povrchu listu a příprava preparátů.
- Mikroskopické pozorování padlí v nativním a barveném preparátu.
- Vyplnění laboratorního protokolu.

Nejprve připomeneme žákům bezpečnost práce v laboratoři a zkontrolujeme, zda mají na sobě vhodný oděv a obuv. Dále jim ukážeme laboratorní pomůcky, které budeme používat (podložní sklo, krycí sklo, pinzeta, preparační jehla, lupa, mikroskop). Vysvětlíme práci s lupou a světelným mikroskopem. Seznámíme je s problematikou fytoparazitismu a stručně představíme houbové onemocnění – padlí.

### Postup laboratorní práce:

Ve druhé úloze každý žák nejprve pozoruje napadený dubový list pomocí lupy a následně zhotoví nativní a barvený mikroskopický preparát s padlí, dle následujícího postupu.

#### Nativní preparát padlí dubového:

1. Pozoruj napadený list dubu prostřednictvím lupy.
2. Na spodní straně listů jsou i pouhým okem pozorovatelná kleistothecia. Kleistothecia seškrábni preparační jehlou.
3. Umísti je do kapky vody, přikryj krycím sklíčkem.
4. Pozoruj mikroskopem při menším zvětšení.
5. Zakresli kleistothecia.

#### Barvený preparát padlí dubového:

1. Pomocí preparační jehly odeber z povrchu listu mycelium.
2. Rozvolni ho v kapce vody na podložním sklíčku.
3. Přidej cottonovou modř.
4. Kapku přikryj krycím sklíčkem a pozoruj pod mikroskopem.
5. Zakresli konidiofory a konidie.
6. Vyplň laboratorní protokol.

### 4.3 Návrh úloh pro distanční výuku

Pro případ distanční výuky žáků, kdy žáci nemají možnost navštěvovat školu prezenčně, jsem navrhla dvě úlohy, které mohou žáci vyzkoušet i v domácím prostředí a zapisují své poznatky do záznamových archů viz příloha 2.

#### 4.3.1 První úloha

|                |  |
|----------------|--|
| Název pokusu   | Chléb versus rohlík  |
| Cílová skupina | 6 třída ZŠ, nebo prima u víceletých gymnázií   |
| Výukové cíle   | <b>Kognitivní:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Žák si zapamatuje postup práce.</li><li>2. Uskuteční pokus.</li><li>3. Pozoruje pečivo a pořizuje dokumentaci pokusu.</li><li>4. Vyhodnotí své pozorování a vyvodí všeobecné závěry k oběma hypotézám.</li></ol> |

|            |  |
|------------|--|
|            | <p>5. Zhodnotí svojí práci a srovná ji s ostatními spolužáky.</p> <p><b>Afektivní:</b></p> <p>1. Žák vnímá fyzické změny na pečivu, které se v průběhu pokusu mění.</p> <p><b>Psychomotorický:</b></p> <p>1. Žák měří teplotu pomocí teploměru.</p> <p>2. Zhotoví dle postupu 4 zkoumané objekty.</p> <p>3. Pořizuje fotodokumentaci, video, či nakreslí nákres.</p> |
| Hypotéza 1 | Mikroskopické houby se nejprve objeví na chlebu.   |
| Hypotéza 2 | Vyšší okolní teplota napomáhá růstu mikroskopických hub.   |

### **Materiál a pomůcky:**

Jeden krajíc chleba, dva rohlíky, igelitový sáček, voda, teploměr, fotoaparát, tužka, popisovač, papír, záznamový arch.

### **Postup:**

Nejdříve na igelitové sáčky napíšeme datum (každý kus pečiva má svůj sáček = 4 igelitové sáčky), kdy začínáme s pokusem. Krajíc chleba rozdělíme na dvě stejné části. Každý kus pečiva vložíme do uzavíratelného igelitového sáčku, do nějž jsme umístili pár kapek vody, sáček uzavřeme. Dva igelitové sáčky (chléb, rohlík) umístíme na vhodné místo (parapet, stůl,...), změříme teplotu a zdokumentujeme pomocí fotoaparátu, kamery, či nákresu. Zbylé dva sáčky uložíme na chladnější místo (lednice, sklep, mrazák), opět změříme teplotu a zdokumentujeme pomocí fotoaparátu, kamery, či nákresu. Pečivo pozorujeme každý den po dobu 10 dní, pravidelně měříme teplotu v místě, kde jsou sáčky uloženy. Teplota by měla být cca stejná, jako při začátku pozorování. Pozorování vždy zdokumentujeme. Po 10 dnech vyhodnotíme výsledky a odpovíme na hypotézy. Fotodokumentaci, časoměrné video, či nákres sdílíme přes Microsoft Teams, či jinou aplikaci, kterou určí vyučující před začátkem pokusu. Společně ověříme obě hypotézy. Na konci pokusu pečivo vyhodíme.

### **4.3.2 Druhá úloha:**

|                |   |
|----------------|---|
| Název pokusu   | Mykologická zahrada   |
| Cílová skupina | 6 třída ZŠ, nebo prima u víceletých gymnázií                        |
| Výukové cíle   | <p><b>Kognitivní:</b></p> <p>1. Žák si zapamatuje postup práce.</p> |

|            |   |
|------------|---|
|            | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Uskuteční pokus.</li> <li>3. Pozoruje mykologickou zahradu a pořizuje dokumentaci pokusu.</li> <li>4. Vyhodnotí své pozorování a vyvodí všeobecné závěry ke všem hypotézám.</li> <li>5. Zhodnotí svojí práci a srovná ji s ostatními spolužáky.</li> </ol> <p><b>Afektivní:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Žák vnímá fyzické změny na potravinách, které se v průběhu pokusu mění.</li> </ol> <p><b>Psychomotorický:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Žák zhotoví mykologickou zahradu.</li> <li>2. Pořizuje fotodokumentaci, video, či nakreslí nákres.</li> </ol> |
| Hypotéza 1 | Druh potraviny ovlivňuje, kdy se na potravíně objeví mikroskopické houby.   |
| Hypotéza 2 | Čas ovlivňuje inkubaci mikroskopických hub.   |
| Hypotéza 3 | Na oblíbené svačině se vyskytuje několik druhů mikroskopických hub.   |
| Hypotéza 4 | Všechny mikroskopické houby mají v mykologické zahradě totožný vzhled.  |

### **Materiál a pomůcky:**

Uzavíratelné plastové kelímky, sklenice, či sáčky. Plastové, nebo papírové bedýnky, krabice. Jablko, oblíbená svačina, libovolné pečivo, paprika, citron, mrkev, další libovolná zelenina a ovoce, dle možností žáka, fotoaparát, tužka, popisovač, papír, záznamový arch.

### **Postup:**

Žák použije pro pokus své oblíbené pečivo (různé druhy chlebů, rohlíků, kaiserek) vybrané ovoce a zeleninu. Je na žákovi, zda bude jednotlivé potraviny vkládat do uzavíratelných igelitových sáčků,



sklenic, uzavíratelných kelímků, či plastových sáčků. Do další bedýnky vložíme oblíbenou svačinu. Všechny vzorky popíšeme čísly. Mykologickou zahradu zdokumentujeme pomocí fotoaparátu, kamery, nebo nákresu. V průběhu 7 dní mykologickou zahradu pozorujeme a dokumentujeme. Závěrečnou dokumentaci a vyhodnocení hypotéz provedeme 7 den od založení mykologické zahrady. Na každé pozorování budeme potřebovat jeden záznamový arch (minimálně 3 pozorování v průběhu pokusu). Vyhodnotíme výsledky a odpovíme na hypotézy. Fotodokumentaci, časoměrné video, či nákres sdělíme přes Microsoft Teams, či jinou aplikaci, kterou určí vyučující před začátkem pokusu. Společně ověříme všechny hypotézy. Na konci pokusu mykologickou zahradu vyhodíme.

## 4.4 Návrh na mezipředmětové využití tématu vláknité mikromycety

### 4.4.1 Matematika

Téma vláknité mikromycety, které se vyučují v hodinách přírodopisu 6. třídy ZŠ, nebo v primě u víceletých gymnázií jsem využila i pro tvorbu úloh z matematiky. Úlohy z matematiky jsou zaměřené na opakování přirozených čísel, jejich porovnávání a tvorbu číselné osy. Dohromady jsem vytvořila tři slovní úlohy. Pro žáky se specifickou poruchou učení – dyslexií je zadání třetí úlohy upraveno.

#### 4.4.1.1 Zadání úloh z matematiky

#### Zadání úloh z matematiky

##### Co jsou přirozená čísla?

Jsou kladná čísla, která vyjadřují počty. Například když nakupujeme s rodiči v obchodě. Koupíme 2 jablka, 4 jogurty, 1 krabici mléka, v bonboniére je 25 pralinek. Zápis čísel viz obr. 1.

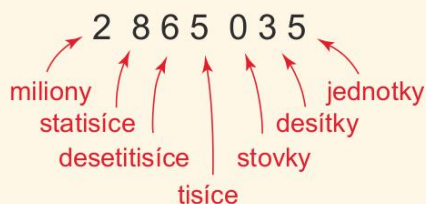
K zápisu čísel používáme **číslice** – číslice je znak, „písmenko“, pomocí kterého číslo zapíšeme.

Přirozená čísla zapisujeme pomocí číslic 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 a 9. Používáme zápis, ve kterém záleží na umístění číslic v čísle.

Místa pro zápis číslic neboli řády nazýváme postupně zprava takto: jednotky, desítky, stovky, tisíce, desetitisíce, statisíce, miliony atd.

Množinu všech přirozených čísel značíme  $N$ .

Pozor! Číslo 0 není přirozené číslo!



Obrázek 1 – Zápis čísel (Jedličková et al., 2013)

### Slovní úloha číslo 1

*V lednici našla Anička houby na třech potravinách: v jogurtu, v otevřené marmeládě a na paštice, ve spížírně na chlebu a v košíku na ovoce na banánech a jahodách.*

1. Kolik potravin bylo kontaminováno houbami?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Na kterém místě, se vyskytovalo nejvíce hub (seřaď od největšího počtu k nejmenšímu).
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 1.
  
- 2.
  
- 3.

### Slovní úloha číslo 2

Přítomnost spor

V 1 m<sup>3</sup> venkovního vzduchu může být 3 - 6000 spor. Vysoké množství spor v ovzduší, které dýcháme, může vést k různým zdravotním problémům. Tabulka 1 určuje závažnost znečištění ovzduší v domácnostech.

| Kategorie znečištění           |
|--------------------------------|
| počet plísni na m <sup>3</sup> |
| velmi nízké < 50               |
| nízké < 200                    |
| střední < 1000                 |
| vysoké < 10000                 |
| velmi vysoké > 10000           |

Tabulka 1 – Kategorie znečištění (Paříková, 2001)

Zadání slovní úlohy číslo 2:

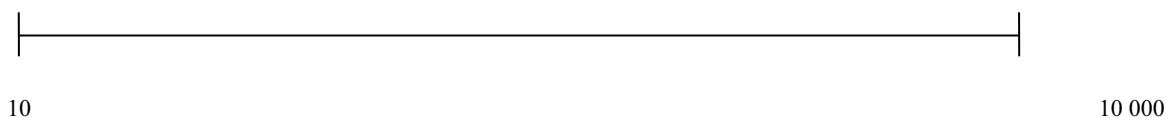
Pracovníci hygieny naměřili v různých místnostech základní školy rozdílné počty zachycených spor. Na školních záchodcích naměřili 3000 spor/ m<sup>3</sup>, ve školní jídelně 48 spor/ m<sup>3</sup>, v učebně přírodopisu 250 spor/ m<sup>3</sup>, ve třídě kde sídlí 6 třída 800 spor/ m<sup>3</sup> a v hlavním kabinetu 180 spor/ m<sup>3</sup>.

1. Rozděl dané místnosti dle kategorie znečištění.

| Místnost | Kategorie znečištění |
|----------|----------------------|
|          |                      |
|          |                      |
|          |                      |
|          |                      |
|          |                      |

2. Splňují některé místnosti hodnoty, které označujeme jako velmi vysoké znečištění a případně které?

3. Utvoř číselnou osu z počtu naměřených spor/ m<sup>3</sup> v daných místnostech ZŠ.



### Slovní úloha číslo 3

V lese je 780 stromů, každý třetí strom napadlo padlí dubové. Jelikož jde o les smíšený, je složen z několika druhů stromů. Polovinu lesa tvoří smrk ztepilý, modřínu opadavého je v lese 24 kusů a zbytek tvoří duby. Kolik stromů napadlo padlí dubové?

### Slovní úloha číslo 3 – úprava pro žáky se specifickou poruchou učení - dyslexií

*V lese je 780 stromů. Půlku lesa tvoří smrk, modřínu je v lese 24 kusů a zbytek jsou duby. Každý třetí strom napadlo padlí (napadá pouze duby). Kolik stromů je nemocných?*

#### 4.4.2 Český jazyk

Pro předmět český jazyk jsem vytvořila úlohu – Čtení s porozuměním, která obsahuje odborný text a sedm otázek. Každá otázka má tři možné odpovědi, ale jen s jedinou správnou odpovědí. Pro žáky se specifickou poruchou učení – dyslexií je text napsán formou pohádky a u každé otázky vybírají žáci ze dvou možných odpovědí, přičemž je pouze jedna správná.

##### 4.4.2.1 Zadání úkolu z českého jazyka – čtení s porozuměním

#### Zadání úkolu z českého jazyka – čtení s porozuměním

Zadání úkolu:

1. Pozorně si přečti text.
2. Nové informace, které jsi se dočetl/a z textu zvýrazni zelenou barvou.
3. Informace, kterým nerozumíš, nebo o nich chceš vědět víc, zvýrazni oranžovou barvou.
4. Přečti si seznam otázek.
5. S pomocí textu odpověz na otázky.
6. Opět si přečti celý text a zkontroluj správnost odpovědí.

#### Odborný text pro 6. třídu ZŠ, nebo primu u víceletých gymnázií

Vláknité mikromycety jsou mnohobuněčné houby, které ale netvoří plodnice. Živiny získávají vstřebáváním z okolního prostředí. V ekosystému plní nenahraditelnou roli destruentů (rozkradačů) a podílí se významně na koloběhu látek v přírodě. Většina z nich patří mezi

saprofytické (žijí se odumřelým organismy), ale nepatrná část hub je parazitická. Stavba těla plísně hlavičkové se skládá z podhoubí, stopky, výtrusnic a výtrusů, které se odborně nazývají spory. Spory se nacházejí v ovzduší, půdě, vodě, na povrchu živých i mrtvých organismů, na předmětech, na potravinách i v potravinách.

Mezi pozitivní vliv vláknitých mikromycet patří výroba plísňových sýrů (Hermelín, Camembert). První Camembert byl vyroben v roce 1791 v obci Camembert v Normandii. K jeho výrobě je potřeba mykoflóra *Penicillium camemberti*. Mezi další potraviny, které vznikají díky ušlechtilé plísňové kultuře jsou tradiční uherský salám, niva, sýr Brie, nebo Gorgonzola. Mezi další pozitiva patří výroba léků – antibiotik.

K negativním vlastnostem patří kažení potravin, mykoalergie, mykózy, nebo ergotizmus. Ergotizmus je onemocnění, které je způsobeno mykotoxiny, které produkují mikroskopické houby. Houba jménem paličkovice nachová napadne semeníky žita, ječmene, nebo třeba pšenice. Později se na semeníku vytvoří černá nebo temně fialová sklerocia – námel. Při nepečlivém třídění obilí je námel semlet společně se zrnem a dojde k otravě po konzumaci potravin z obilovin. V našich podmínkách je, ale onemocnění ergotizmem minimální, protože se dodržují správné zemědělské postupy. Ve středověku však bylo toto onemocnění celkem časté a lidé mu říkali oheň Svatého Antonína, díky halucinogenním účinkům a neznalosti lidí se konali na nemocných čarodějnické procesy. Poslední epidemie v novodobé historii v Evropě byla v roce 1954 a v 90. letech v Etiopii na Indii. (Malíř, 2003)

Odpověz na otázky (pouze jedna odpověď je správná):

**1. Vláknité mikromycety:**

- a) tvoří plodnice
- b) tvoří plodnice jednou do roka
- c) netvoří plodnice

**2. Většina z nich jsou:**

- a) parazité
- b) saprofyté a nepatrná část z nich parazité
- c) výhradně saprofyté

**3. Spory jsou:**

- a) výtrusy
- b) podhoubí
- c) výtrusnice

**4. Mezi pozitivní vlastnosti vláknitých mikromycet patří:**

- a) mykoalergie
- b) výroba antibiotik a plísňových sýrů
- c) ergotizmus

**5. Ergotizmus je:**

- a) onemocnění způsobené paličkovicí nachovou
- b) druh plísňového sýru
- c) onemocnění způsobené štětičkovcem

**6. Paličkovice nachová napadá:**

- a) nadzemní část listnatých stromů
- b) semeníky žita, pšenice, nebo ječmene
- c) listy dubu

**7. Co se mi stane po požití námelu:**

- a) je to doplněk stravy se spoustou vitamínů
- b) vypadají mi všechny vlasy
- c) dojde k otravě a můžou se dostavit halucinace

4.4.2.2 Zadání úkolu z českého jazyka – čtení s porozuměním (pro žáky se specifickou poruchou učení)

Zadání úkolu z českého jazyka – čtení s porozuměním (pro žáky se specifickou poruchou učení)

Zadání úkolu:

1. Pozorně si přečti text.
2. Nové informace, které jsi se dočetl/a z textu zvýrazni zelenou barvou.
3. Informace, kterým nerozumíš, nebo o nich chceš vědět víc, zvýrazni oranžovou barvou.
4. Přečti si seznam otázek.
5. S pomocí textu odpověz na otázky.
6. Opět si přečti celý text a zkontroluj správnost odpovědí.

### Pohádka o houbách pro 6. třídu ZŠ, nebo primu u víceletých gymnázií

Jmenuji se Penicillium neboli Štětíčkovec. Jsem mnohobuněčná mikroskopická houba, která netvoří plodnice. V přírodě rozkládáme odumřelou organickou hmotu, proto se nám říká saprofyty. Pokud si nás prohlídneš pod mikroskopem, třeba moji kamarádku plíseň hlavičkovou uvidíš, že se skládáme z několika částí. Máme podhoubí, stopku, výtrusnici a výtrusy, kterým se říká spory. A naše spory najdeš v okolním prostředí snad úplně všude. Třeba na potravinách i v nich, v půdě, vodě, v ovzduší, na předmětech i sám na sobě. A co vlastně umíme? Já se osobně podílím na výrobě plísňových sýrů, nebo uherského salámu. Moji bratříčci a sestríčky se významně podílí i na výrobě dalších sýrů, jako je třeba Niva, sýr Brie, nebo Gorgonzola. Dokonce se z nás vyrábí i antibiotika. Ale všichni moji příbuzní nejsou tak hodní. Někteří z nás pomáhají kazit potraviny, způsobují mykoalergie, různé mykózy a dokonce i ergotizmus. Za tuto nemoc může moje kolegyně paličkovice nachová. Ta napadne semeníky žita, pšenice, nebo ječmene a na nich vytvoří námel. Pokud nevybereš ze zrna námel a mlynář z něho udělá mouku, bude mouka a vše co z ní vyrobíš jedovatá. Když sníš chléb z námelové mouky, začneš mít halucinace a bude ti velmi zle. Ve středověku, kdy lidé nechápali toto onemocnění, vedli s nemocnými čarodějnické procesy. Na našem území se, ale námelu nemusíš bát, jelikož se dodržují správné zemědělské postupy, k mlynáři by se žádné zrno s námelem dostat nemělo. Naposledy se tak stalo v roce 1954 v Evropě a v 90. letech v Indii a Etiopii (Vlastní zpracování podle Malíř, 2003).

Odpověz na otázky (pouze jedna odpověď je správná):

#### **1. Vláknité mikromycety:**

- a) tvoří plodnice
- b) netvoří plodnice

**2. Většina z nich jsou:**

- a) parazité
- b) saprofyté a nepatrná část z nich parazité

**3. Spory jsou:**

- a) výtrusy
- b) podhoubí

**4. Mezi pozitivní vlastnosti vláknitých mikromycet patří:**

- a) mykoalergie
- b) výroba antibiotik a plísňových sýrů

**5. Ergotizmus je:**

- a) onemocnění způsobené paličkovici nachovou
- b) onemocnění způsobené štětičkovcem

**6. Paličkovice nachová napadá:**

- a) nadzemní část listnatých stromů
- b) semeníky žita, pšenice, nebo ječmene

**7. Co se mi stane po požití námelu:**

- a) vypadají mi všechny vlasy
- b) dojde k otravě a můžou se dostavit halucinace

## **4.5 Ověření úloh ve výuce**

Každá vědní disciplína má pro své zkoumání několik výzkumných metod. Pokud je výzkum veden kvantitativně používá se zejména metoda pozorování, dotazník, experiment apod. U kvalitativního výzkumu se používají terénní zápisky, životní příběhy učitelů apod. Mezi metody zkoumající současnou pedagogickou praxi řadíme např. pozorování, dotazník, anketu, testy, nebo pedagogický experiment (Malach, 2007). Jelikož se v této diplomové práci jedná o kvantitativně orientovaný



pedagogický výzkum, pro ověřování výzkumu jsem použila záznamové archy a pracovní listy, které žáci vyplňovali.

#### **4.6 Charakteristika vybrané školy**

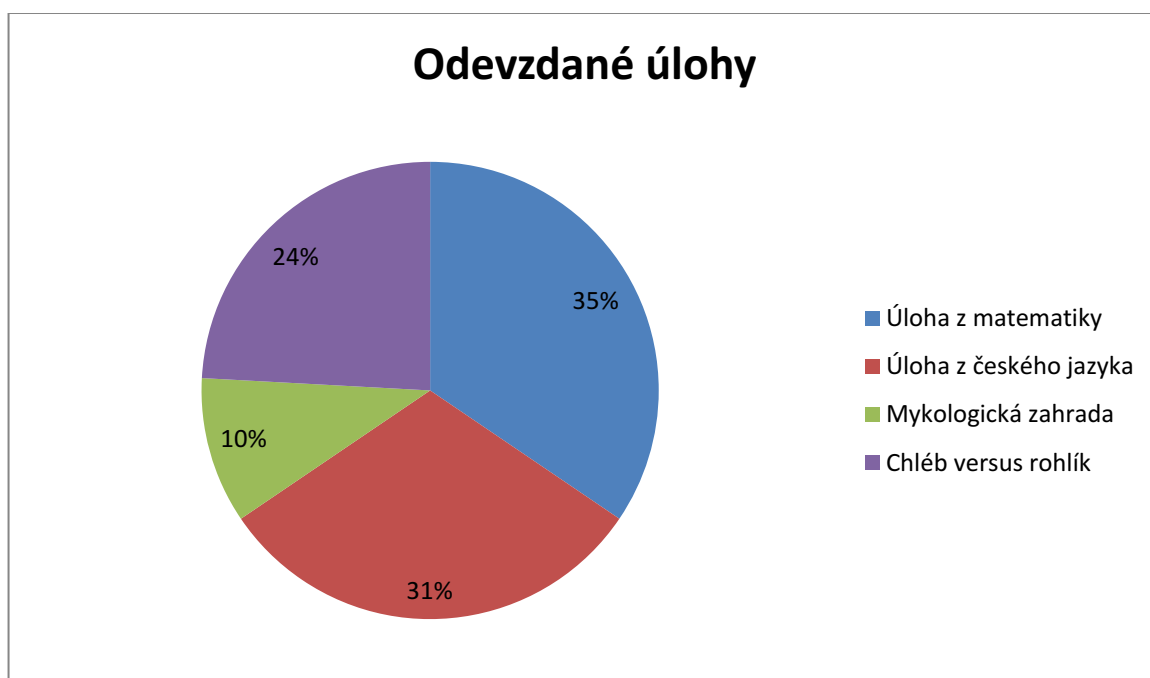
Základní škola Bystřice se nachází v okrese Benešov. Součástí školy je školní družina, jídelna, školní klub a sportovní hala. Specializované učebny jsou školní kuchyňka, školní dílna a počítačová učebna. Počet žáků se pohybuje kolem 370 dětí. Škola má několik asistentů pedagogů a probíhá zde pravidelná reedukace a logopedie. U hodin fyziky a přírodopisu v 7 a 8 třídě se střídají v lichém týdnu 2 hodiny přírodopisu a 1 hodina fyziky a v sudém týdnu naopak. Mezi volitelné předměty patří např. pohybové hry, praktika z přírodopisu či seminář z matematiky (ZŠ Bystřice, 2020).

#### **4.7 Metodologie**

Jelikož nebylo možné kvůli pandemii Covid – 19 osobní setkání s žáky přímo ve škole, požádala jsem svoji kolegyni Bc. Romanu Müllerovou, která pracuje jako učitelka přírodopisu a matematiky na druhém stupni Základní školy Bystřice o spolupráci. V režimu uzavřených škol se přírodopis vyučoval online 2 x týdně a matematika 4 x týdně. Mnou navržené úlohy předala žákům přes komunikační elektronický systém Komens, který je součástí webové aplikace Bakaláři. K internetu mají všichni žáci přístup, ale někteří nemají doma tiskárnu. Těmto žákům bylo zadání vytištěno ve škole a žáci si pro zadání přišli na sběrné místo, které je ve škole umístěno. Všechny mnou zadané úlohy byly pro žáky dobrovolné. Žáci měli na vyplnění úloh a vytvoření pokusu (mykologická zahrada a chléb vs rohlík) dva týdny. Po uplynutí této doby své záznamové archy včetně fotografií a pracovní listy nafotili/naskenovali a odevzdávali zpět paní učitelce přes komunikační elektronický systém Komens. Žákům byla poskytnuta zpětná vazba.

#### **4.8 Výsledky**

Žáci plnili úlohy na téma vláknité houby dobrovolně. Za vyplnění úloh dostali malou jedničku a mohli si tím vylepšit svůj studijní prospěch. Z 27 žáků, kterým byly úlohy poslány, jich dobrovolný úkol splnilo pouze 10. Někteří rodiče si nepřáli, aby jejich děti plnily navržené úlohy. Jednalo se konkrétně o úlohy: chléb versus rohlík a mykologická zahrada. Argumentovali přítomností různých alergií u svých dětí, strachem z mikroskopických hub, některým rodičům přišla mykologická zahrada nechutná a dětem jí zakázaly vyrobit. Minimálně jedna žákyně se otevřeně přiznala, že mykologickou zahradu vytvořila tajně i přes zákaz rodičů, protože jí toto téma zajímá. Jeden žák ve spolupráci s maminkou pokračoval v pozorování mykologické zahrady i po odevzdání úkolů. Rodičům byli bližší úlohy z matematiky a českého jazyka. Procenta odevzdaných úloh viz graf 1. Všechny úlohy odevzdali 3 žáci.



*Graf 1 – Procenta odevzdaných úloh*

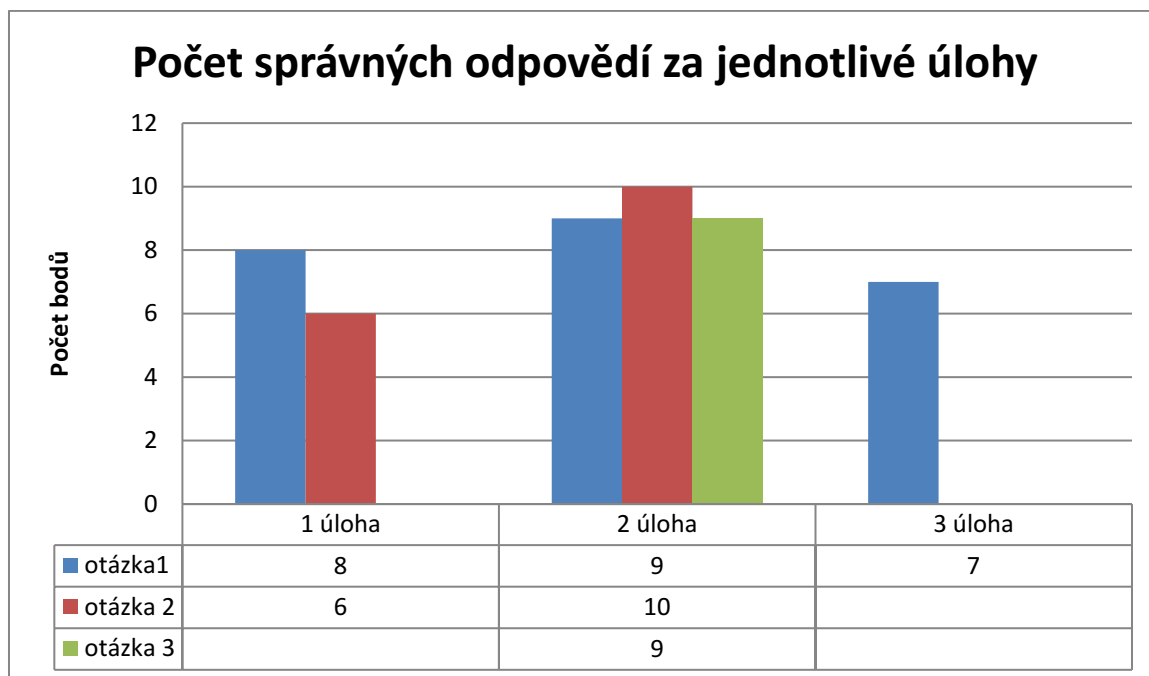
Úlohy z matematiky odevzdalo 10 žáků a z českého jazyka 9 žáků, pokus chléb versus rohlík uskutečnilo 7 žáků. Nejmenší zájem měli žáci o vytvoření mykologické zahrady. Podle zjištěných dat žáci nejvíce preferují úlohy z matematiky a českého jazyka.

Dále jsem ověřovala správné odpovědi u úloh z matematiky a čtení s porozuměním. Za každou správnou odpověď jsem žákovi udělila 1 bod. Maximální počet bodů u úloh z matematiky je 6 bodů u českého jazyka 7 bodů. Výsledky jsem zapsala do tabulky 15 a 16. Počet správných odpovědí z matematiky jsem zaznamenala do grafu číslo 2 a z českého jazyka do grafu číslo 3.

| Jméno    | Úloha 1 (obsahuje 2 otázky) |          | Úloha 2 (obsahuje 3 otázky) |          |          | Úloha 3 | Počet bodů |
|----------|-----------------------------|----------|-----------------------------|----------|----------|---------|------------|
|          | Otázka 1                    | Otázka 2 | Otázka 1                    | Otázka 2 | Otázka 3 |         |            |
| Jakub    | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod   | 6          |
| Lukáš B. | 0 bodů                      | 0 bodů   | 1 bod                       | 1 bod    | 0 bodů   | 0 bodů  | 2          |
| Zuzka    | 1 bod                       | 0 bodů   | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod    | 0 bodů  | 4          |
| Matěj    | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod    | 0 bodů  | 5          |
| Lída     | 1 bod                       | 0 bodů   | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod   | 5          |
| Lili     | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod                       | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod   | 6          |
| Tomáš    | 1 bod                       | 1 bod    | 0 bodů                      | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod   | 5          |

|        |        |        |       |       |       |       |   |
|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---|
| Míra   | 0 bodů | 1 bod  | 1 bod | 1 bod | 1 bod | 1 bod | 5 |
| Míša   | 1 bod  | 0 bodů | 1 bod | 1 bod | 1 bod | 1 bod | 5 |
| Tadeáš | 1 bod  | 1 bod  | 1 bod | 1 bod | 1 bod | 1 bod | 6 |

Tabulka 15 – Výsledky řešení odpovědí z úloh z matematiky

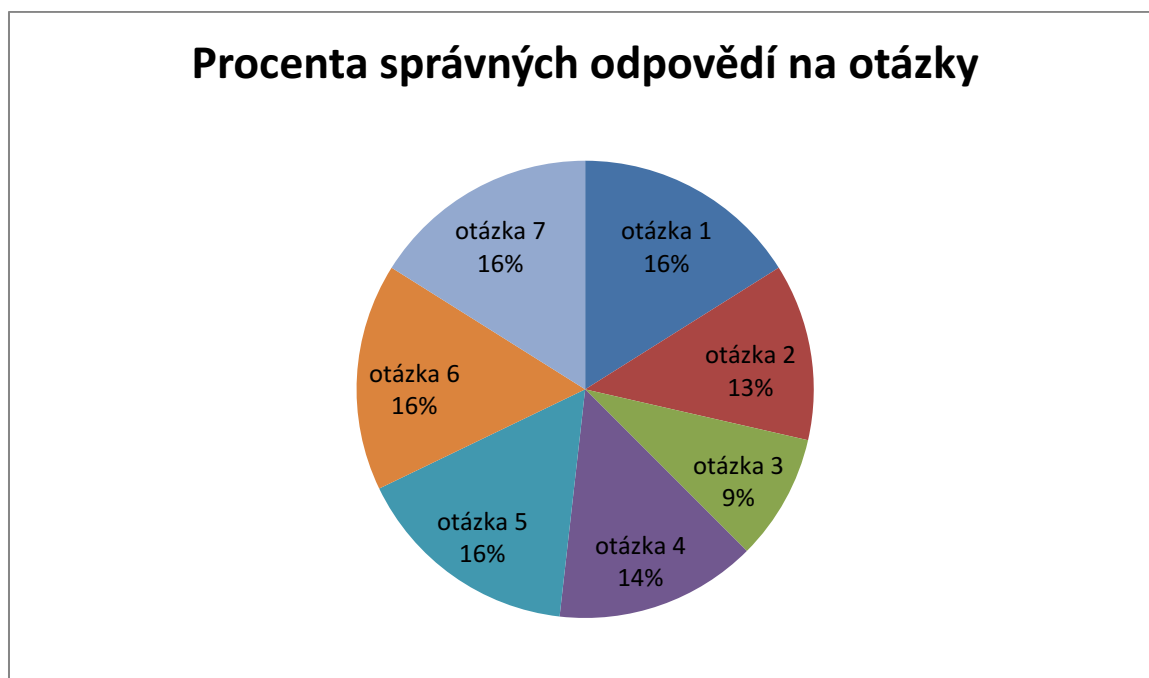


Graf 2 – Počet správných odpovědí z matematiky za jednotlivé úlohy

Dle výsledků žáci nejvíce odpovídali správně na úlohu číslo 2, která obsahovala 3 otázky. Deset žáků z deseti odpovědělo správně na druhou otázku druhé úlohy. Nejmenší počet správných odpovědí byl u úlohy číslo jedna, otázky dvě.

| Jméno  | Otázka 1 | Otázka 2 | Otázka 3 | Otázka 4 | Otázka 5 | Otázka 6 | Otázka 7 | Počet bodů |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| Jakub  | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 7          |
| Zuzka  | 1 bod    | 0 bodů   | 0 bodů   | 0 bodů   | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 4          |
| Matěj  | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 7          |
| Lída   | 1 bod    | 1 bod    | 0 bodů   | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 6          |
| Lili   | 1 bod    | 1 bod    | 0 bodů   | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 6          |
| Tomáš  | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 7          |
| Míra   | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 7          |
| Míša   | 1 bod    | 1 bod    | 0 bodů   | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 6          |
| Tadeáš | 1 bod    | 0 bodů   | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 1 bod    | 6          |

Tabula 16 – Výsledky řešení odpovědí u otázek z úlohy z českého jazyka čtení s porozuměním



Graf 3 – Procento správných odpovědí na otázky z úlohy čtení s porozuměním

Nejvíce správných odpovědí měli žáci u otázek číslo jedna, pět, šest a sedm. Největší chybovost se vyskytovala u otázky číslo tři.

U úlohy chléb versus rohlík měli žáci potvrdit, nebo vyvrátit dvě hypotézy. Žákům byly zadány hypotézy, které však nebyly vhodně formulovány a jednalo se spíš o otázky. Hypotézy jsem později přeformulovala, ale žáci mi už práci odevzdali s původním zadáním. Odpovědi na hypotézy a pocitového ohodnocení (Jak práce žáky bavila) zadaného úkolu viz tabulka 17.

| Jméno    | Odpověď na hypotézu 1             | Odpověď na hypotézu 2 | Ohodnocení  |
|----------|-----------------------------------|-----------------------|-------------|
| Lukáš B. | Chleba je náchylnější k napadení. | Ano, hodně.           | 1 -         |
| Lída     | Chléb                             | Ano                   | 2           |
| Tomáš    | Chléb                             | Ano                   | 1           |
| Lukáš P. | Na domácích potravinách.          | Ano                   | 1 -         |
| Lili     | Chléb                             | Ano                   | 1           |
| Matěj    | Chléb i rohlík nastejno.          | Ano                   | Neohodnotil |
| Tadeáš   | Chléb                             | Ano                   | 1           |

Tabulka 17 – Výsledky hypotéz a ohodnocení

Zadání hypotézy 1: Mikroskopické houby se nejprve objeví na chlebu (v původním zadání Jaké pečivo (chléb, rohlík) je náchylnější k napadení mikroskopickými houbami). Nejčastější odpověď byl chléb. V jednom případě u Lukáše P. zřejmě nedošlo k úplnému pochopení úlohy a odpověděl, že se mikroskopické houby nejprve objevují na domácích potravinách. Matějovi se mikroskopické houby objevily na chlebu i na rohlíku stejně rychle.

Zadání hypotézy 2: Vyšší okolní teplota napomáhá růstu mikroskopických hub (v původním zadání Ovlivňuje teplota růst mikroskopických hub). Všichni žáci totožně odpověděli ano. Teplota ovlivňuje růst mikroskopických hub.

Poslední úloha byla zaměřena na Mykologickou zahradu. Žáci si pro její vytvoření zvolili různorodé potraviny, viz tabulka 18. Ukázka odpovědí na hypotézy, viz příloha 4. Nejvíce propracovanou a poctivě sledovanou mykologickou zahradu vytvořil žák Tadeáš.

| <b>Jméno</b> | <b>Potravina</b>  |
|--------------|---|
| Tomáš        | rajské jablko<br>celer<br>citrón<br>jablko  |
| Lili         | Chléb<br>Rohlík<br>Mandarinka<br>Máslo<br>Banán   |
| Tadeáš       | Chleba kváskový<br>Chleba toastový<br>Chleba kváskový s domácím sýrem a domácí sekanou<br>Banán<br>Mrkev<br>Citrón<br>Paprika kápie<br>Česnek český |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

*Tabulka 18 – Potraviny zvolené pro tvorbu mykologické zahrady*

## 4.9 Reflexe učitele

Paní učitelka byla s úlohami spokojená. Přišly jí zajímavé, a pokud by učila prezenčně, některé by zařadila do své výuky. Žáci jsou od paní učitelky naučení, že mohou při distanční formě výuky plnit dobrovolně zadané laboratorní úlohy a dobrovolné úkoly, za které je jim udělena malá jednička. Šest žáků z 27 pravidelně po celou dobu distanční výuky neodevzdává zadanou práci. Jeden žák využívá ve výuce pomoc asistenta pedagoga. Tento žák se do plnění dobrovolných úloh nezapojil. Úlohy na téma vláknité houby bohužel nenavazovaly na právě probírané téma (prvoci) a proto sloužily úlohy jako opakování a prohloubení znalostí o houbách. V matematice sloužily úlohy též jako opakování již předešlých probraných témat. Žádná úloha z matematiky neobsahovala ve svém zadání nic, co by už žáci ze svého předchozího studia neznali. Paní učitelka předem odhadla, že u slovní úlohy číslo tři nebudou mít žáci potíže s vypočítáním, ale se správnou odpovědí. Otázka totiž zněla: Kolik stromů napadlo padlí dubové? Žáci většinou uváděli chybně počet stromů napadených celkově. Správnou odpověď napsali podle paní učitelky žáci, kteří mají z matematiky jedničku. Zadání úlohy Čtení s porozuměním z českého jazyka paní učitelka zařadila do přírodopisu. Negativum spatřuje v odmítavém postoji rodičů k praktickým úlohám (chléb versus rohlík a mykologická zahrada). A to bohužel i přes to, že téma vláknitých hub žáky podle slov paní učitelky zajímalo a pokud by jim to bylo umožněno ze strany rodičů, tak by tento dobrovolný úkol splnilo více žáků.

## 5 Diskuze

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout úlohy vhodné k použití pro prezenční a distanční formu výuky, včetně úloh, které je možné využít mezipředmětově., konkrétně v hodinách matematiky a českého jazyka. Vybrané úlohy následně ověřit ve výuce. Dalším cílem bylo zjistit, jací zástupci vláknitých mikromycet se nejčastěji uvádějí v učebnicích, zda jsou použity jejich fotografie a nákresy, jestli je v učebnicích použit neodborný termín plísně pro vláknité mikromycety a zdali učebnice obsahují praktické úlohy zaměřené na vláknité mikromycety.

Navržené úlohy, kromě těch, jež jsou určeny jako mezipředmětové (slovní úlohy z matematiky a čtení s porozuměním) je vhodné zařadit na základní škole do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, vzdělávacího oboru Přírodopis, učivo Houby bez plodnic, tematický okruh Biologie hub. Praktické úlohy je vhodné zařadit jako doplněk teoretické části výuky. Mezipředmětové úlohy z matematiky a českého jazyka pomohou prohloubit vědomosti získané z praktické a teoretické části výuky zaměřené na téma vláknité mikromycety. Jedna slovní úloha z matematiky byla upravena pro žáky se specifickou formou učení – dyslexií, stejně jako úloha čtení s porozuměním z českého jazyka, kdy byl odborný text upraven do formy pohádky a též byl upraven počet vybraných správných odpovědí.

Před navržením úloh jsem provedla rešerši vybraných učebnic, které se tématu mikroskopických hub věnují velmi stručně a postrádají větší nabídku praktických úloh, či mezipředmětového využití tohoto tématu. Dále se často v učebnicích objevuje chybný název pro mikroskopické houby, které jsou zde nazývány neodborným názvem plísně. V učebnicích se shodně vyskytují zástupci štětičkovce a plíseň hlavičková. U všech učebnic oceňuji názorné fotografie, obrázky a nákresy zástupců vláknitých hub.

Navržené úlohy byly ověřeny ve výuce na Základní škole Bystřice v 6. třídě. Vzhledem k pandemii byly žákům předány pomocí elektronického systému Komens a žáci je plnili jako dobrovolné úkoly. Úlohy pro prezenční výuku vzhledem k uzavření škol ověřeny ve výuce nebyly.

Alespoň jednu úlohu odevzdalo 10 žáků z 27. Nejvyšší počet odevzdaných úloh, byly úlohy zaměřené na matematiku. Nejméně správných řešení se vyskytuje u úlohy číslo jedna, otázky dvě. Ačkoliv jsem tuto úlohu ze svého pohledu považovala za jednoduchou v porovnání s ostatními úlohami, někteří žáci ji vůbec nevyplnili. Úlohu dvě jsem považovala za složitější, jelikož obsahovala tři otázky, včetně číselné osy. K mému překvapení otázku dvě z úlohy dvě zodpovědělo správně všech deset žáků a na ostatní dvě otázky odpovědělo správně devět žáků z deseti. U poslední slovní úlohy číslo tři žáci chybovali ve třech případech z deseti. Jednalo se o úlohu, kde mají žáci určit, kolik stromů v lese je napadeno padlím dubovým. V úloze bylo nutné si uvědomit, že padlí dubové napadá pouze duby. Žáci,

kteří měli chybný výpočet, si tuto skutečnost neuvědomili a započítali do svého výpočtu i ostatní stromy. Ani jeden z deseti žáků nevyužil upravenou třetí úlohu pro žáky se specifickou poruchou učení – dyslexií.

Úloha čtení s porozuměním byla druhá nejčastěji odevzdávaná. Odevzdalo jí devět žáků a kromě textu obsahovala 7 otázek s jednou správnou odpovědí. Ani jeden z devíti žáků nevyužil upravený text čtení s porozuměním formou pohádky, která byla určena pro žáky se specifickou poruchou učení – dyslexií.

Úlohu chléb versus rohlík vypracovalo sedm žáků. Všichni poctivě dokumentovali pomocí fotoaparátu a zapisování do záznamových archů. Na konci záznamových archů měli žáci možnost hodnotit, jak je tento úkol naplňoval/bavil. Tři žáci udělili úloze jedničku, dva žáci jedna mínus, jeden žák dvojku a jeden neudělil hodnocení vůbec. S úlohou pomáhali žákům často rodiče. Poslední úloha, kde si měli žáci možnost vypěstovat mykologickou zahradu, se nesetkala s úspěchem. Alespoň co se týká procenta odevzdání této úlohy. Odevzdali ji pouze 3 žáci z 27. Na tuto úlohu se sneslo nejvíce kritiky ze strany rodičů ohledně strachu z mikroskopických hub. Z těchto třech žáků jedna žákyně vypěstovala mykologickou zahradu i přes zákaz rodičů. Tuto skutečnost přiznala, až po odevzdání práce. Nikdo z žáků nebyl nucen vypěstovat mykologickou zahradu, pokud si to jeho rodiče nepřáli. Všechny potraviny v mykologické zahradě byly uzavřeny do uzavíratelných obalů a v průběhu pozorování neměly být podle zadání ani jednou otevřeny. Po skončení pozorování měla být celá mykologická zahrada vyhozena. I přes toto bezpečnostní opatření měli rodiče obavy a minimálně 5 rodičů otevřeně odmítlo tuto úlohu dětem v domácím prostředí povolit provést i přes to, že o ní měli žáci zájem. Nejčastější argument byl výskyt alergie u dětí, která však nebyla přímo alergií na mikroskopické houby. Většina dětí byla alergická na pyl. Dalším argumentem byl strach z mikroskopických hub celkově. Některým rodičům tento úkol připadal nechutný. Vypěstování mykologické zahrady podle negativního postoje rodičů bych raději úplně vynechala, nebo ji zařadila do prezenční výuky a vypěstovala ji přímo ve školním prostředí. K úkolu chléb versus rohlík, se rodiče tolik negativně nestavěli i přes to, že se i v této úloze pracovalo s mikroskopickými houbami. Celkově měli největší úspěch ohledně odevzdávání, úlohy z matematiky a českého jazyka. Zejména pro rodiče jsou tyto úlohy, co se týče přípravy jednodušší a rychlejší. Pouze vytisknou dětem zadání a nemusí shánět potraviny a pomůcky k přípravě praktických pokusů. Mnou vymyšlené praktické úlohy chléb versus rohlík a mykologická zahrada měli žáci pozorovat, fotografovat a zapisovat několik dní, což klade nároky i na čas. Jelikož jsou rodiče v době uzavření škol zahlceni přípravou dětí do školy, preferují úlohy bez praktických pokusů.



Zařazení badatelsky orientovaného vyučování v distanční formě výuky ve velké míře záleží na vůli rodičů, zda chtějí a můžou věnovat svůj čas a energii.

Např. Kristýna Tejmlová ve své diplomové práci navrhla úlohu, zaměřenou na Mykorhizní houby, která má za úkol žákům přiblížit mykorhizu. Mykorhizní houby rodu *Glomus* tvoří s kořeny rostlin symbiózu a dochází k zlepšení růstu rostlin, větší odolnosti, k vyššímu počtu plodů apod. Žáci mají za úkol porovnat záhonek bylinek s použitím mykorhizní houby *Glomus* a záhonek bylinek bez použití mykorhizní houby (Tejmlová, 2017). Tuto úlohu je možné použít i v distanční formě studia, ale je zapotřebí pomoci rodičů. Ať už se zakoupením houby, bylinek, truhlíků, tak i ohledně sázení bylinek a následného pravidelného pozorování. Mnoho rodičů mělo během pandemie na distanční výuce více svých dětí, tudíž je možné, že jsou rodiče velmi vytížení, a je pro ně zatěžující plnit časově náročnější a zdouhavější úkoly, u kterých je zapotřebí příprava. Pokud chceme i přes to žákům do distanční výuky zařadit badatelsky orientované vyučování, měly by být úlohy koncipovány nejlépe na kratší časový úsek s minimálním zapojením rodičů ohledně přípravy (např. shánění pomůcek). Další možností je, že pomůcky sežene učitel a všem svým žákům vytvoří balíčky se všemi pomůckami, které si žáci např. na sběrném místě ve škole vyzvednou. Ohledně strachu rodičů z mikroskopických hub je možné, aby pro ně učitel vytvořil např. leták, který shrnuje základní informace o mikroskopických houbách.

Badatelsky orientovaná výuka je pro učitele náročnější na přípravu, žákům je zapotřebí pomáhat ve formulování otázek a dopomoci jim při cestě za nalezení odpovědí. Neřízené bádání není vhodná forma výuky, protože se velmi snižuje pravděpodobnost dosažení výukového cíle. Dalším úskalím badatelského vyučování je nepozornost některých žáků, které tato forma výuky odvádí od podstaty problému a existují i žáci, kterým vyhovuje více transmisivní výuka (Dostál, 2013). Mezi hlavní přínosy badatelsky orientované výuky spatřuji spojení teorie a praxe. Žáci vyvíjí díky ní svojí vlastní iniciativu, motivuje je k přemýšlení a k hlubšímu poznání problematiky daného tématu.

Mezipředmětové propojení by mohlo být víc uváděno do školní praxe. Žáci se předměty učí jednotlivě bez propojení s ostatními předměty a poznatky. Přitom je právě škola má připravit na reálný život a svět, který je v důsledku jedním celkem. Kdyby bylo žákům vysvětleno, proč se danou látku ve škole učí a jak souvisí např. se základem znalostí, které budou potřebovat v jiných předmětech, mohla by jejich motivace k učení a poznávání být větší. Úskalí vidím v domluvě mezi pedagogy, kteří mají rozdílné názory na výuku a časová náročnost na přípravu. Ne všechna témata jsou vhodná pro mezipředmětové propojení. Ovšem zrovna předmět přírodopis nabízí velkou škálu možností propojení nejen v českém jazyce a matematice, ale např. v zeměpise a dějepise.

Další možností je využití CLIL ve výuce biologie, o které pojednává Milan Junášek ve své diplomové práci. Jeho cílem bylo propojit biologii a anglický jazyk do jednoho předmětu. Podle jeho výsledků hodnotili studenti biologii v angličtině pozitivně a někteří studenti projevili zájem i u témat, které je dříve nezajímali. Přínosem je příprava na profesní život a vysokoškolské studium (Junášek, 2021).

## 6 Závěr

Vláknité mikromycety jsou zajímavým tématem s velkým potenciálem pro využití v badatelsky orientované výuce a mezipředmětového vyučování. Je možné využít badatelsky orientované úlohy i v distanční formě studia, ale je zapotřebí spolupráce s rodiči a úlohy koncipovat tak, aby byly co nejméně náročné z pohledu času a pomůcek, které rodiče musí pro výuku sehnat. Jinou možností je pomůcky připravit všem žákům ve škole a předat je na odběrném místě v již připravených balíčcích, kde si je žáci mohou bezkontaktně vyzvednout. Dalším krokem, který je stěžejní, je komunikace s rodiči. Mnoho z nich má strach z mikroskopických hub a odmítají praktické úlohy se svými dětmi doma plnit. Preferovanější jsou u rodičů úlohy, které jsem vytvořila jako mezipředmětové. Nejvyšší úspěšnost odevzdaných úloh, měla matematika. Žáky více zajímali úlohy chléb versus rohlík a mykologická zahrada. Z důvodu negativního postoje rodičů zejména k úloze mykologická zahrada ji vytvořili pouze tři žáci a jedna žákyně z těchto tří i přes zákaz rodičů. Proto jsem usoudila, že je tato úloha vhodná spíše pro prezenční formu výuky, kdy se zahrada vytvoří na půdě školy pod dozorem pedagoga. Pro distanční formu výuky jsou vhodné časově nenáročné úlohy, které co nejméně zatěžují jak žáka, tak zejména rodiče.

Mnou navržené úlohy snad přispějí k většímu zájmu žáků o mikroskopické vláknité houby a prohloubí jejich znalosti. Lze konstatovat, že cíle stanovené pro mou diplomovou práci, byly splněny.

## 7 Literatura

ACKERMANN, Petr. *Metodiky ochrany zahradních plodin pro zahradníky a zahrádkáře*. 4. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Květ, 2004. ISBN 80-85362-50-3.

ALBERTS, Andreas a Peter MULLEN. *Psychoaktivní rostliny, houby a živočichové: [od lilkovitých po mochromůrkové : určování, sběr, účinky]*. Praha: Svojtka & Co., 2002. ISBN 80-7237-448-6.

ANTONÍN, Vladimír. *Encyklopedie hub a lišejníků*. Praha: Libri, 2006. ISBN 80-7277-164-7.

BABULA, Petr. *Archebakterie, bakterie, houby, protista*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2008. ISBN 978-80-7305-057-3.

BALÁŠ, J. *Potenciál mikroorganismů v masném průmyslu*. Brno: Maso odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků, ročník 27, 2016.

BEDNÁŘOVÁ, Petra a Jana KREJSOVÁ. *Zdravé domy pro zdravé lidi*. V Českých Budějovicích: Vysoká škola technická a ekonomická, 2008. ISBN 978-80-903888-9-5.

ČERNÍK, Vladimír. *Přírodopis 6: Zoologie a botanika: pro základní školy*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2007. ISBN 978-80-7235-374-3.

DENNING, David. *Aspergillosis: causes, types and treatment*. The Pharmaceutical journal, 2019.

DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4515-1.

DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání*. Olomouc: e – Pedagogikum. Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. DOI: 10.5507/epd.2013.034

DOSTÁL, Petr. *Evoluce a systém stélkatých organismů a cévnatých výtrusných rostlin*. Vyd. 2., upr. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2006. ISBN 80-7290-267-9.

FASSATIOVÁ, Olga. *Plísňe a vláknité houby v technické mikrobiologii: (příručka k určování)*. Praha: SNTL, 1979. Řada potravinářské literatury.

FISVAD, Jens C.

HAWKSWORT, David, Patricia E. J. WILTSHIRE. *Forensic mycology: current perspectives*. Research and Reports in Forensic Medical Science, 2015.

HRABĚ, Jan, Pavel BŘEZINA a Pavel VALÁŠEK. *Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006. ISBN 80-7318-405-2.

HUDEC, Kamil a Ján GUTTEN. *Encyklopedie chorob a škůdců: komplexní ochrana vaší zahrady*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1768-2.

JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 4. rozš. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000. ISBN 80-7182-107-1.

JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 11. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2014. ISBN 978-80-7182-338-4.

JUNÁŠEK, Milan. *Využití metody CLIL ve výuce biologie na čtyřletém gymnáziu*. Praha, 2021. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií. Vedoucí práce Pavlasová, Lenka.

JURAJDA, Vladimír. *Veterinární lexikon ptáků: výkladový slovník aviární medicíny pro veterinární lékaře i chovatele drůbeže a ptactva*. Brno: Noviko, 2010. ISBN 978-80-86542-25-6.

KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.

KALHOTKA, Libor. *Mikromycety v prostředí člověka: vláknité mikromycety (plísňe) a kvasinky*. V Brně: Mendelova univerzita, 2014. ISBN 978-80-7375-943-8.

KALMAN, Ben et al. *Isolation and Identification of Fusarium spp., the Causal Agents of Onion (Allium cepa) Basal Rot in Northeastern Israel*. Biology, 2020.

KALVODOVÁ, Dagmar a Jiří MANYCH, 1996. Fungi. In Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie. BEDNÁŘ, Marek et al. Praha: Marvil. Kapitola 26, s. 344-360. ISBN 80-238-0297-6.

KLABAN, Vladimír. *Ekologie mikroorganismů: ilustrovaný lexikon biologie, ekologie a patogenity mikroorganismů*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-770-7.

KOĐOUSEK, Rostislav. *Mykózy: lékařsky významná mykotická onemocnění člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0649-7.

KOUKOL, Petr. *Původ hub. Živa*. Praha: Academia, 2017, LXV(5.), 198-200. ISSN 00444812.

KUBÁT, Karel. *Botanika*. 2. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 2003. ISBN 80-7183-266-9.

KUBÁTOVÁ, Alena. *Atlas mikroskopických saprotrfních hub (Ascomycota)* [online]. Praha: UK, 2006 [cit. 2021]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/biologie/botanika/veda-a-vyzkum/atlas-mikroskopickych-saprotrfnich-hub-ascomycota/2-2-media.pdf>

KUBÁTOVÁ, Alena. *Houby v našich domácnostech aneb o čem doma víte i nevíte*. Živa. Praha, 5. vydání, 2012.

KUBÁTOVÁ, Alena, Vít HUBKA. *Využití SEM ve studiu rodu Aspergillus*. Česko – Slovenská mykologická konference. Brno. 2017

KUCHAŘ, Miroslav. *Farmaceutický encyklopedický slovník*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-876-4.

KUNCOVÁ, Lucie. *V hlavní roli kyslík: návrh a ověření badatelské aktivity*. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra chemie a didaktiky chemie. Vedoucí práce Rusek, Martin. Praha, 2019.

MALENINSKÝ, Miroslav, Bohdan ŠKODA a Jaroslav SMRŽ. *Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: bakterie, řasy, houby, bezobratlí*. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2004. ISBN 80-86034-56-9.

MALÍŘ, František a Vladimír OSTRÝ. *Vláknité mikromycety (plísně), mykotoxiny a zdraví člověka*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-701-3395-3.

MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.

MAREK, J, M. SPLÍTEK. *Účinek celulázy Trichoderma viride na užitkovost masných kuřat krmených směsmi s vyšším obsahem vlákniny*. Praha: Živočišná výroba, 35 ročník, 1990. ISSN 0044-4847

MATOUŠEK, Jiří, Jaroslav BENEDÍK a Petr LINHART. *CBRN: biologické zbraně*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-003-6.

MIKK, Jann. *Textbook. Research and Writing*. Frankfurt am Main: Lang, 2000. ISBN10 3631363354

*Miniatlas mikroorganismů* [online]. Brno: MU, 2006 [cit. 2021]. Dostupné z: <https://old.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/mikr.htm>

MUSILOVÁ, Eliška, Antonín KONĚTOPSKÝ a Robert VLK. *Přírodopis: učebnice*. 3. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2016. Duhová řada. ISBN 978-80-7289-817-6.

NOVÁKOVÁ, Alena. *Mikroskopické houby v Dobšinské ledové jeskyni a ve vybraných jeskyních národního parku Slovenský kras*. Ústav půdní biologie AV ČR, České Budějovice, 2006.

NOVÁKOVÁ, Alena. *Svět jeskyní pohledem mykologa*. Živa. Praha, 2008.

ONDŘEJ, M. *Úvod do problematiky transgenoze rostlin*. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding = Genetika a šlechtění. Praha: 35 ročník, 1999. ISSN 0862-8629

OSTRÝ, Vladimír, Veronika KÝROVÁ. *Příběh jedné plísně – „Penicillium notatum“ a objev penicilinu*. Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin v Brně. Brno, 2018

PAPÁČEK, Miroslav. *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* Scientia in educatione, 2013 [cit. 2021]. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/4>

PAŘÍKOVÁ, Jelena. *Jak likvidovat plísň*. Praha: Grada, 2001. Profi & hobby. ISBN 80-247-9029-7.

PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0608-3.

PELIKÁNOVÁ, Ivana. *Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia: [nová generace]*. Plzeň: Fraus, 2014. ISBN 978-80-7489-009-3.

PEUTHERER, John Forrest, Richard C. B. SLACK a David GREENWOOD. *Lékařská mikrobiologie: přehled infekčních onemocnění: patogeneze, imunita, laboratorní diagnostika a epidemiologie*. Vyd. 1., čes. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-365-0.

PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ. *Pedagogický slovník*. 7., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0403-9.

PRŮCHA, Jan. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média: Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-49-4.

PŘÍBORSKÝ, Jan. *Peniciliny: farmakologie a klinická farmakologie*. Praha: Maxdorf, c2004. ISBN 80-7345-026-7.

*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2021 [cit. 2021]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/4982/>

RŮŽEK, Lubomír. *Mikrobiologie a pedobiologie: pracovní sešit pro blokova cvičení*. 6., přeprac. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky, 2006. ISBN 80-213-1527-x.



SIKOROVÁ, Zuzana. *Výběr učebnic na základních a středních školách*. V Ostravě: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, 2004. ISBN 80-7042-373-0.

SPILKOVÁ, Jiřina. *Farmakognozie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3264-3.

STARÝ Karel a Martin RUSEK. *Rozvoj mezipředmětových vztahů ve škole. Metodický materiál pro učitele*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2019. ISBN: 978-80-7603-100-5

SUMÍKOVÁ, Taťána, Ludmila GABRIELOVÁ-SLEZÁKOVÁ a Martin ŽABKA. *Metodika detekce hub *Penicillium expansum*, *Monilia frutigena*, *Botrytis cinerea* a *Neofabraea alba* pomocí multiplex PCR*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2011.

SUMÍKOVÁ, Taťána, Ludmila GABRIELOVÁ-SLEZÁKOVÁ a Martin ŽABKA. *Metodika identifikace původců fuzarióz klasu pomocí PCR*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. ISBN 978-80-7427-036-9.

ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK. *Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání*. Pedagogické orientace: vědecký časopis České pedagogické společnosti. Brno: Česká pedagogická společnost, 2009. ISSN 1211-4669.

*Školní vzdělávací program základní školy Bystřice*. [online]: Bystřice 2020 [cit. 2021]. Dostupné z: <https://www.zsbystricebn.cz/skola/uredni-deska/skolni-vzdelavaci-program-8.html?kshow=4>

ŠVARCOVÁ-SLABINOVÁ, Iva. *Základy pedagogiky*. 2., upr. a rozš. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2008. ISBN 978-80-7080-690-6.

TANČINOVÁ, Dana. *Úvod do potravinárskej mykológie: kľúč na identifikáciu potravinársky významných vláknitých mikroskopických húb*. [1. vyd.]. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012. ISBN 978-80-552-0753-7.

TEJMLOVÁ, Kristýna. *Mikroskopické houby v praktických cvičeních na ZŠ*. 2017. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií. Vedoucí práce Pavlasová, Lenka.

VÁCHA, Zbyněk a Tomáš DITRICH. „*Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad*“. Scientia in educatione, 2016 [cit. 2021]. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/293>

VISAGIE, C. M., J. HOUBRAKEN, J. C. FRISVAD. *Identification and nomenclature of the genus Penicillium*. STUDIES IN MYCOLOGY 78: 343–371. 2014

VLKOVÁ, Eva, Vojtěch RADA a Jiří KILLER. *Potravinářská mikrobiologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. ISBN 80-213-1583-0.

VOTAVA, Miroslav. *Klinická mikrobiologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-210-7503-0.

WOUDENBERG et al. *Alternaria spp.* [cit. 2021]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Alternaria-spp-A-D-Disease-symptoms-A-Alternaria-dauci-on-Daucus-carota-B\\_fig4\\_333751637](https://www.researchgate.net/figure/Alternaria-spp-A-D-Disease-symptoms-A-Alternaria-dauci-on-Daucus-carota-B_fig4_333751637)

*Základní škola Bystřice* [online]. Bystřice: 2020 [cit. 2021]. Dostupné z: <https://www.zsbystricebn.cz/skola/uredni-deska/>

## **8 Seznam příloh**

Příloha 1 – Bezpečnost práce při laboratorním cvičení

Příloha 2 – Protokoly pro žáky

Příloha 3 - Řešení úloh z matematiky a českého jazyka

Příloha 4 – Ukázka vypracovaných úloh

## 9 Přílohy

### 9.1 Bezpečnost práce při laboratorním cvičení

Před začátkem vyučování v přírodovědné laboratoři, je nutné seznámit žáky s riziky a pravidly práce v laboratoři. Zásady bezpečné práce v přírodovědné laboratoři upravuje dále laboratorní řád.

Mezi rizika při práci v laboratoři patří:

1. Vznik ohně a požáru.
2. Pořezání.
3. Uklouznutí (Anonymus, 2020).

Pravidla při práci v laboratoři:

- A. Nejíst a nepít.
- B. Používat ochranné pomůcky (nejlépe bílý plášť s dlouhými rukávy, případně rukavice, brýle, rouška).
- C. Umýt si pečlivě ruce mýdlem před zahájením práce a i po jejím skončení.
- D. Každou láhev, či vzorek v laboratoři, označit čitelným nápisem.
- E. Pevné chemikálie nikdy neodsypávat do dlaně.
- F. Nečichat k chemikáliím, ani je ochutnávat.
- G. Při provádění pokusů dbát na své okolí.
- H. Dlouhé vlasy svázat gumičkou.
- I. Seznámit se s obsahem lékárničky a s důležitými telefonními čísly [hasiči (150), záchranka (155), tísňové volání (112)].
- J. Po skončení práce pečlivě umýt používané nástroje, pracovní plochu a laboratorní pomůcky uskladnit kam patří (Anonymus, 2020).

## 9.2 Protokoly pro žáky

### Laboratorní protokol

Laboratorní práce č. 1

|                |  |              |  |
|----------------|--|--------------|--|
| <b>Jméno</b>   |  | <b>Třída</b> |  |
| <b>Datum</b>   |  |              |  |
| <b>Téma</b>    | Rozdíl mezi kvasinkami a vláknitými houbami  |              |  |
| <b>Pomůcky</b> | 1. mikroskop<br>2. podložní sklíčko<br>3. krycí sklíčko<br>4. preparační jehla<br>5. plastová pipeta<br>6. papír, tužka, pastelky<br>7. filtrační papír<br>8. cottonová modř<br>9. voda, droždí, cukr<br>10. plesnivý chléb a citron<br>11. nádoba |              |  |
| <b>Postup</b>  |  |              |  |

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| Kresba<br>kvasinky a<br>vláknité<br>houby                    |                                |
| <b>Závěr</b>   |                                |
| <b>Ohodnot',<br/>jak tě bavila<br/>laboratorní<br/>práce</b> | <i>Známkuj, jako ve škole.</i> |

## Laboratorní protokol

Laboratorní práce č. 2

|                         |  |  |                        |  |
|-------------------------|--|--|------------------------|--|
| <b>Jméno</b>            |  |  | <b>Třída</b>           |  |
| <b>Datum</b>            |  |  |                        |  |
| <b>Téma</b>             | Mikroskopické pozorování padlí na rostlinách   |  |                        |  |
| <b>Pomůcky</b>          | 1. mikroskop<br>2. lupa<br>3. podložní sklíčko<br>4. krycí sklíčko<br>5. preparační jehla<br>6. plastová pipeta<br>7. filtrační papír<br>8. cottonová modř<br>9. voda<br>10. napadené dubové listí<br>11. papír, tužka, pastelky<br>12. laboratorní protokol |  |                        |  |
| <b>Pracovní postup</b>  |  |  |                        |  |
| <b>Kresba</b>           | Kleistothecia:   |  | Konidioforů a konidií: |  |
| <b>Závěr</b>            |  |  |                        |  |
| <b>Ohodnot', jak tě</b> | <i>Známkuj, jako ve škole.</i>   |  |                        |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>bavila<br/>laboratorní<br/>práce</b> |  |
|---|--|

## Záznamový arch

Chléb versus rohlík

|                                |  |             |                            |              |
|--------------------------------|--|-------------|----------------------------|--------------|
| Jméno, třída, datum            |  |             |                            |              |
| Pečivo                         | Chléb ve vlhkém prostředí                                | Chléb volně | Rohlík ve vlhkém prostředí | Rohlík volně |
| Den 1                          |  |             |                            |              |
| Den 2                          |  |             |                            |              |
| Den 3                          |  |             |                            |              |
| Den 4                          |  |             |                            |              |
| Den 5                          |  |             |                            |              |
| Den 6                          |  |             |                            |              |
| Den 7                          |  |             |                            |              |
| Den 8                          |  |             |                            |              |
| Den 9                          |  |             |                            |              |
| Den 10                         |  |             |                            |              |
| Hypotéza 1:                    | Mikroskopické houby se nejprve objeví na chlebu.         |             |                            |              |
| Hypotéza 2:                    | Vyšší okolní teplota napomáhá růstu mikroskopických hub. |             |                            |              |
| Závěr                          |  |             |                            |              |
| Ohodnot', jak tě práce bavila. | Známkuj, jako ve škole.                                  |             |                            |              |



## Záznamový arch číslo:

Mykologická zahrada

|                     |   |            |  |
|---------------------|---|------------|--|
| Jméno, třída, datum |   |            |  |
| Pečivo              |   |            |  |
| Název pečiva        | Číslo vzorku  | Pozorování |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
| Oblíbená svačina    |   |            |  |
| Název svačiny       | Co svačina obsahuje   | Pozorování |  |
|                     |   |            |  |
| Zelenina a ovoce    |   |            |  |
| Název               | Číslo vzorku  | Pozorování |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
|                     |   |            |  |
| Hypotéza 1:         | Druh potraviny ovlivňuje, kdy se na potravině objeví mikroskopické houby. |            |  |
| Hypotéza 2:         | Čas ovlivňuje inkubaci mikroskopických hub.                               |            |  |

|                   |  |                                |
|-------------------|--|--------------------------------|
| Hypotéza 3:       | Na oblíbené svačině se vyskytuje několik druhů mikroskopických hub.    |                                |
| Hypotéza 4:       | Všechny mikroskopické houby mají v mykologické zahradě totožný vzhled. |                                |
| Závěr a hodnocení |  | <i>Známkuj, jako ve škole.</i> |

### 9.3 Řešení úloh z matematiky a českého jazyka

#### Řešení úloh z matematiky a českého jazyka

##### Matematika

##### Řešení slovní úlohy číslo 1

**Kolik potravin bylo kontaminováno houbami?**

6 (*jogurt, marmeláda, paštika, chleba, banány a jahody*)

**Na kterém místě se vyskytovalo nejvíce hub (seřaď od největšího počtu k nejmenšímu).**

1. lednice (3 kontaminované potraviny)
2. košík na ovoce (2 kontaminované potraviny)
3. spižárna (1 kontaminovaná potravina)

##### Řešení slovní úlohy číslo 2

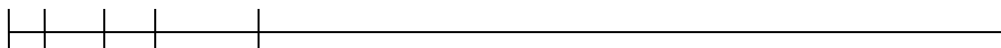
**1. Rozděľ dané místnosti dle kategorie znečištění.**

| Místnost           | Kategorie znečištění |
|--------------------|----------------------|
| Školní záchodky    | vysoké < 10000       |
| Školní jídelna     | velmi nízké < 50     |
| Učebna přírodopisu | střední < 1000       |
| Učebna 6. třídy    | střední < 1000       |
| Hlavní kabinet     | nízké < 200          |

**2. Splňují některé místnosti hodnoty, které označujeme jako velmi vysoké znečištění a případně které?**

Ne nesplňují.

**3. Utvoř číselnou osu.**



Řešení slovní úlohy číslo 3**Kolik stromů napadlo padlí dubové?***Padlí dubové napadlo 122 dubů.*Český jazyk

Řešení úlohy – Čtení s porozuměním

| Otázka | Odborný text | Pohádka |
|--------|--------------|---------|
| 1.     | c            | b       |
| 2.     | b            | b       |
| 3.     | a            | a       |
| 4.     | b            | b       |
| 5.     | a            | a       |
| 6.     | b            | b       |
| 7.     | c            | b       |

## 9.4 Ukázka vypracovaných úloh

| Jméno, třída, datum            |  |             |                                  |              |
|--------------------------------|--|-------------|----------------------------------|--------------|
| Brada Zuzana 6. A. 20.3-30.3.  |  |             |                                  |              |
| Pečivo                         | Chléb ve vlhkém prostředí  | Chléb volně | Rohlík ve vlhkém prostředí       | Rohlík volně |
| Den 1                          | 10 °C  | 23,2 °C     | 10 °C                            | 23,2 °C      |
| Den 2                          | 10 °C  | 23,2 °C     | 10 °C                            | 23,2 °C      |
| Den 3                          | 10 °C  | 24,7 °C     | 10 °C                            | 24,7 °C      |
| Den 4                          | 10 °C  | 23,0 °C     | 10 °C                            | 23,0 °C      |
| Den 5                          | 10 °C  | 23,5 °C     | 10 °C                            | 23,5 °C      |
| Den 6                          | 10 °C  | 22,9 °C     | 10 °C                            | 22,9 °C      |
| Den 7                          | 10 °C  | 24,1 °C     | 10 °C                            | 24,1 °C      |
| Den 8                          | 10 °C  | 23,5 °C     | 10 °C                            | 23,5 °C      |
| Den 9                          | 10 °C  | 23,2 °C     | 10 °C                            | 23,2 °C      |
| Den 10                         | 10 °C  | 23,5 °C     | 10 °C                            | 23,5 °C      |
| Hypotéza 1:                    | Jaké pečivo (chléb, rohlík) je náchylnější k napadení mikroskopickými houbami.       |             | Chléb je náchylnější k napadení. |              |
| Hypotéza 2:                    | Ovlivňuje teplota růst mikroskopických hub.  |             | Ano, hodně                       |              |
| Závěr                          | Při laboratorní práci jsem použil 4 ks igel. pytlíků, 2 ks rohlíků a chleba, sešpon. |             |                                  |              |
| Ohodnot', jak tě práce bavila. | Známkuj, jako ve škole. 1-   |             |                                  |              |

1. Základní měření
2. Základní měření
3. V teple začínají roznášet plísně.
4. V teple větší plísně. V chladu nic.
5. V teple se objevily nové plísně.
6. V teple se hodně rozmnožily plísně. Zima stále nic.
7. V teple hodně plísní. Zima nic.
8. V teple velké plísně.
9. V teple i v zimě plísně.
10. V teple velokrmaké plísně. V zimě nic.

2021-4-1 09:17

Obrázek 16 – Ukázka vypracované úlohy od žáka ZŠ Bystřice Chléb versus rohlík.



Obrázek 17 – Záznam pokusu Chléb versus rohlík, který vytvořil Žák ZŠ Bystřice – první den.



Obrázek 18 – Záznam pokusu Chléb versus rohlík, který vytvořil Žák ZŠ Bystřice – poslední den.

Záznamový arch číslo: 1

Mykologická zahrada

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| Jméno, třída, datum                              | Tadeáš Jelínek 6.A 23.3 2021 19:00  |   |  |
| Podmínky pokusu                                  | Provedena fotodokumentace všech vzorků najednou<br>Vzorky umístěny na zimní zahradu, terasu |   |  |
| Pečivo   |   |   |  |
| Název pečiva                                     | Číslo vzorku  | Pozorování  |  |
| Chleba Kváskový                                  | 3   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |
| Chleba Toastový                                  | 6   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |
| Oblíbená svačina                                 |   |   |  |
| Název svačiny a popis                            | Číslo vzorku  | Pozorování  |  |
| Chleba kváskový s domácím sýrem a domácí sekanou | 5   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |
| Zelenina a ovoce                                 |   |   |  |
| Název  | Číslo vzorku  | Pozorování  |  |
| Banán  | 1   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |
| Mrkev čerstvá                                    | 2   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |
| Citrón   | 4   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |
| Paprika – kapie                                  | 7   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |
| Česnek český                                     | 8   | Založen Vzorek do uztavřeného igelit. Sáčku, bez přístupu vzduchu |  |

|             |  |
|-------------|--|
| Hypotéza 1: | <p><b>Na kterých potravinách a kdy se objeví mikroskopické houby.</b></p> <p>1. Na Banánu za 3 dny</p> <p>7. Paprika 4 dny</p> <p>4. Citrón 7 dní</p> <p>6. Chleba bílý 12 dní</p> <p>3. Chleba Kláskový 13 dní</p> <p>5. Svačina 2 dny</p> <p>2: Mrkev 6 dní</p> <p>8 Česnek 16 dní</p> |
| Hypotéza 2: | <p><b>Je čas důležitý pro inkubaci mikroskopických hub.</b></p> <p>ANO velmi ale ještě TEPLOTA a VLHKOST</p>   |
| Hypotéza 3: | <p><b>Kolik druhů mikroskopických hub se objevilo na oblíbené svačině?</b></p> <p>3, Myslým si že na každé potravine bude jiná plíseň</p>  |
| Hypotéza 4: | <p><b>Vypadají všechny plísně v mykologické zahradě stejně?</b></p> <p>NE</p>  |



Záznamový arch číslo: 2

Mykologická zahrada

|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
| Jméno, třída, datum                              | Tadeáš Jelínek 6.A 24.3 2021 19:00   |                            |
| Podmínky pokusu                                  | Provedena fotodokumentace všech vzorků zvlášť<br>Vzorky umístěny na zimní zahradu, terasu  |                            |
| Pečivo   |  |                            |
| Název pečiva                                     | Číslo vzorku   | Pozorování                 |
| Chleba Kváskový                                  | 3  | Nic se neděje              |
| Chleba Toastový                                  | 6  | Nic se neděje              |
| Oblíbená svačina                                 |  |                            |
| Název svačiny a popis                            | Číslo vzorku   | Pozorování                 |
| Chleba kváskový s domácím sýrem a domácí sekanou | 5  | Nic se neděje              |
| Zelenina a ovoce                                 |  |                            |
| Název  | Číslo vzorku   | Pozorování                 |
| Banán  | 1  | Pomalu Mění barvu na hnědo |
| Mrkev čerstvá                                    | 2  | Nic se neděje              |
| Citrón   | 4  | Nic se neděje              |
| Paprika – kapi                                   | 7  | Nic se neděje              |
| Česnek český                                     | 8  | Nic se neděje              |
| Hypotéza 1:                                      | <b>Na kterých potravinách a kdy se objeví mikroskopické houby.</b><br>1. Na Banánu za 3 dny<br>7. Paprika 4 dny<br>4. Citrón 7 dní<br>6. Chleba bílý 12 dní<br>3. Chleba Kláskový 13 dní<br>5. Svačina 2 dny<br>2: Mrkev 6 dní |                            |

|             |   |
|-------------|---|
|             | 8 Česnek 16 dní   |
| Hypotéza 2: | <b>Je čas důležitý pro inkubaci mikroskopických hub.</b><br>ANO velmi ale ještě TEPLOTA a VLHKOST                               |
| Hypotéza 3: | <b>Kolik druhů mikroskopických hub se objevilo na oblíbené svačince?</b><br>3, Myslím si že na každé potravine bude jiná plíseň |
| Hypotéza 4: | <b>Vypadají všechny plísně v mykologické zahradě stejně?</b><br>NE  |

### Záznamový arch číslo: 3

#### Mykologická zahrada

|  |   |                |
|--|---|----------------|
| Jméno, třída, datum                              | Tadeáš Jelínek 6.A 26.3 2021 19:00  |                |
| Podmínky pokusu                                  | Provedena fotodokumentace všech vzorků zvlášť<br>Vzorky umístěny na zimní zahradu, terasu   |                |
| Pečivo   |   |                |
| Název pečiva                                     | Číslo vzorku  | Pozorování     |
| Chleba Kváskový                                  | 3   | Nic se neděje  |
| Chleba Toastový                                  | 6   | Tvrdně         |
| Oblíbená svačina                                 |   |                |
| Název svačiny a popis                            | Číslo vzorku  | Pozorování     |
| Chleba kváskový s domácím sýrem a domácí sekanou | 5   | Páchne         |
| Zelenina a ovoce                                 |   |                |
| Název  | Číslo vzorku  | Pozorování     |
| Banán  | 1   | Zhnědnul úplně |
| Mrkev čerstvá                                    | 2   | Zčernala       |
| Citrón   | 4   | Změknul        |
| Paprika – kapie                                  | 7   | Nic            |
| Česnek český                                     | 8   | Silně zapáchá  |
| Hypotéza 1:                                      | Na kterých potravinách a kdy se objeví mikroskopické houby.<br>1. Na Banánu za 3 dny<br>7. Paprika 4 dny<br>4. Citrón 7 dní<br>6. Chleba bílý 12 dní<br>3. Chleba Kláskový 13 dní<br>5. Svačina 2 dny<br>2: Mrkev 6 dní |                |

|             |   |
|-------------|---|
|             | 8 Česnek 16 dní   |
| Hypotéza 2: | <b>Je čas důležitý pro inkubaci mikroskopických hub.</b><br>ANO velmi ale ještě TEPLOTA a VLHKOST                               |
| Hypotéza 3: | <b>Kolik druhů mikroskopických hub se objevilo na oblíbené svačince?</b><br>3, Myslím si že na každé potravine bude jiná plíseň |
| Hypotéza 4: | <b>Vypadají všechny plísně v mykologické zahradě stejně?</b><br>NE  |

Záznamový arch číslo: 4

Mykologická zahrada

|  |   |                     |
|--|---|---------------------|
| Jméno, třída, datum                              | Tadeáš Jelínek 6.A 27.3 2021 19:00  |                     |
| Podmínky pokusu                                  | Provedena fotodokumentace všech vzorků zvlášť<br>Vzorky umístěny na zimní zahradu, terasu   |                     |
| Pečivo   |   |                     |
| Název pečiva                                     | Číslo vzorku  | Pozorování          |
| Chleba Kváskový                                  | 3   | Nic se neděje       |
| Cleba Toastový                                   | 6   | Je tvrdý jako Kámen |
| Oblíbená svačina                                 |   |                     |
| Název svačiny a popis                            | Číslo vzorku  | Pozorování          |
| Chleba kváskový s domácím sýrem a domácí sekanou | 5   | Silně Páchne        |
| Zelenina a ovoce                                 |   |                     |
| Název  | Číslo vzorku  | Pozorování          |
| Banán  | 1   | Zhnědnul úplně      |
| Mrkev čerstvá                                    | 2   | Zčernala            |
| Citrón   | 4   | Změknul             |
| Paprika – kapie                                  | 7   | Změknula            |
| Česnek český                                     | 8   | Silně zapáchá       |
| Hypotéza 1:                                      | Na kterých potravinách a kdy se objeví mikroskopické houby.<br>1. Na Banánu za 3 dny<br>7. Paprika 4 dny<br>4. Citrón 7 dní<br>6. Chleba bílý 12 dní<br>3. Chleba Kláskový 13 dní<br>5. Svačina 2 dny<br>2: Mrkev 6 dní |                     |

|             |   |
|-------------|---|
|             | 8 Česnek 16 dní   |
| Hypotéza 2: | <b>Je čas důležitý pro inkubaci mikroskopických hub.</b><br>ANO velmi ale ještě TEPLOTA a VLHKOST                               |
| Hypotéza 3: | <b>Kolik druhů mikroskopických hub se objevilo na oblíbené svačince?</b><br>3, Myslím si že na každé potravine bude jiná plíseň |
| Hypotéza 4: | <b>Vypadají všechny plísně v mykologické zahradě stejně?</b><br>NE  |

Záznamový arch číslo: 5

Mykologická zahrada

|  |   |                       |  |
|--|---|-----------------------|--|
| Jméno, třída, datum                              | Tadeáš Jelínek 6.A 28.3 2021 19:00  |                       |  |
| Podmínky pokusu                                  | Provedena fotodokumentace všech vzorků zvlášť<br>Vzorky umístěny na zimní zahradu, terasu   |                       |  |
| Pečivo   |   |                       |  |
| Název pečiva                                     | Číslo vzorku  | Pozorování            |  |
| Chleba Kváskový                                  | 3   | Nic se neděje         |  |
| Cleba Toastový                                   | 6   | Měkkne                |  |
| Oblíbená svačina                                 |   |                       |  |
| Název svačiny a popis                            | Číslo vzorku  | Pozorování            |  |
| Chleba kváskový s domácím sýrem a domácí sekanou | 5   | Sýr se barvý na hnědo |  |
| Zelenina a ovoce                                 |   |                       |  |
| Název  | Číslo vzorku  | Pozorování            |  |
| Banán  | 1   | Zčernal               |  |
| Mrkev čerstvá                                    | 2   | Zčernala              |  |
| Citrón   | 4   | Změknul               |  |
| Paprika – kapie                                  | 7   | Zmenšuje se           |  |
| Česnek český                                     | 8   | Silně zapáchá         |  |
| Hypotéza 1:                                      | Na kterých potravinách a kdy se objeví mikroskopické houby.<br>1. Na Banánu za 3 dny<br>7. Paprika 4 dny<br>4. Citrón 7 dní<br>6. Chleba bílý 12 dní<br>3. Chleba Kláskový 13 dní<br>5. Svačina 2 dny<br>2: Mrkev 6 dní |                       |  |

|             |   |
|-------------|---|
|             | 8 Česnek 16 dní   |
| Hypotéza 2: | <b>Je čas důležitý pro inkubaci mikroskopických hub.</b><br>ANO velmi ale ještě TEPLOTA a VLHKOST                               |
| Hypotéza 3: | <b>Kolik druhů mikroskopických hub se objevilo na oblíbené svačince?</b><br>3, Myslím si že na každé potravine bude jiná plíseň |
| Hypotéza 4: | <b>Vypadají všechny plísně v mykologické zahradě stejně?</b><br>NE  |



### Zadání úkolu z českého jazyka – čtení s porozuměním

#### Zadání úkolu:

1. Pozorně si přečti text.
2. Nové informace, které jsi se dočetl/a z textu zvýrazni zelenou barvou.
3. Informace, kterým nerozumíš, nebo o nich chceš vědět víc, zvýrazni oranžovou barvou.
4. Přečti si seznam otázek.
5. S pomocí textu odpověz na otázky.
6. Opět si přečti celý text a zkontroluj správnost odpovědí.

#### Odborný text pro 6. třídu ZŠ, nebo primu u víceletých gymnázií

Vláknité **mikromycety** jsou mnohobuněčné houby, které ale netvoří plodnice. Živiny získávají vstřebáváním z okolního prostředí. V ekosystému plní nenahraditelnou roli destruentů (rozkradačů) a podílí se významně na koloběhu látek v přírodě. Většina z nich patří mezi **saprofytické** (žijí se odumřelým organismy), ale nepatrná část hub je parazitická. Stavba těla plísňe hlavičkové se skládá z podhoubí, stopky, výtrusnic a výtrusů, které se odborně nazývají spory. Spory se nacházejí v ovzduší, půdě, vodě, na povrchu živých i mrtvých organismů, na předmětech, na potravinách i v potravinách. Mezi pozitivní vliv vláknitých **mikromycet** patří výroba plísňových sýrů (Hermelín, Camembert). První Camembert byl vyroben v roce 1791 v obci Camembert v Normandii. K jeho výrobě je potřeba **mykoflóra *Penicillium camemberti***. Mezi další potraviny, které vznikají díky ušlechtilé plísňové kultuře jsou tradiční uherský salám, niva, sýr Brie, nebo Gorgonzola. Mezi další pozitiva patří výroba léků – antibiotik. K negativním vlastnostem patří kažení potravin, **mykoalergie**, **mykózy**, nebo **ergotizmus**. Ergotizmus je onemocnění, které je způsobeno **mykotoxiny**, které produkují mikroskopické houby. Houba jménem paličkovice nachová napadne semeníky žita, ječmene, nebo třeba pšenice. Později se na semeníku vytvoří černá nebo temně fialová **sklerocia** – námel. Při nepečlivém třídění obilí je námel semlet společně se zrnem a dojde k otravě po konzumaci potravin z obilovin. V našich podmínkách je, ale onemocnění ergotizmem minimální, protože se dodržují správné

Obrázek 19 - Ukázka vypracovaného zadání žákyní ZŠ Bystřice z Českého jazyka.

zemědělské postupy. Ve středověku však bylo toto onemocnění celkem časté a lidé mu říkali oheň Svatého Antonína, díky halucinogenním účinkům a neznalosti lidí se konali na nemocných čarodějnické procesy. Poslední epidemie v novodobé historii v Evropě byla v roce 1954 a v 90. letech v Etiopii na Indii. (Malíř, 2003)

Odpověz na otázky (pouze jedna odpověď je správná):

1. Vláknité mikromycety:

- a) tvoří plodnice
- b) tvoří plodnice jednou do roka
- ☒ c) netvoří plodnice

2. Většina z nich jsou:

- a) parazité
- ☒ b) saprofyté a nepatrná část z nich parazité
- c) výhradně saprofyté

3. Spory jsou:

- ☒ a) výtrusy
- b) podhoubí
- c) výtrusnice

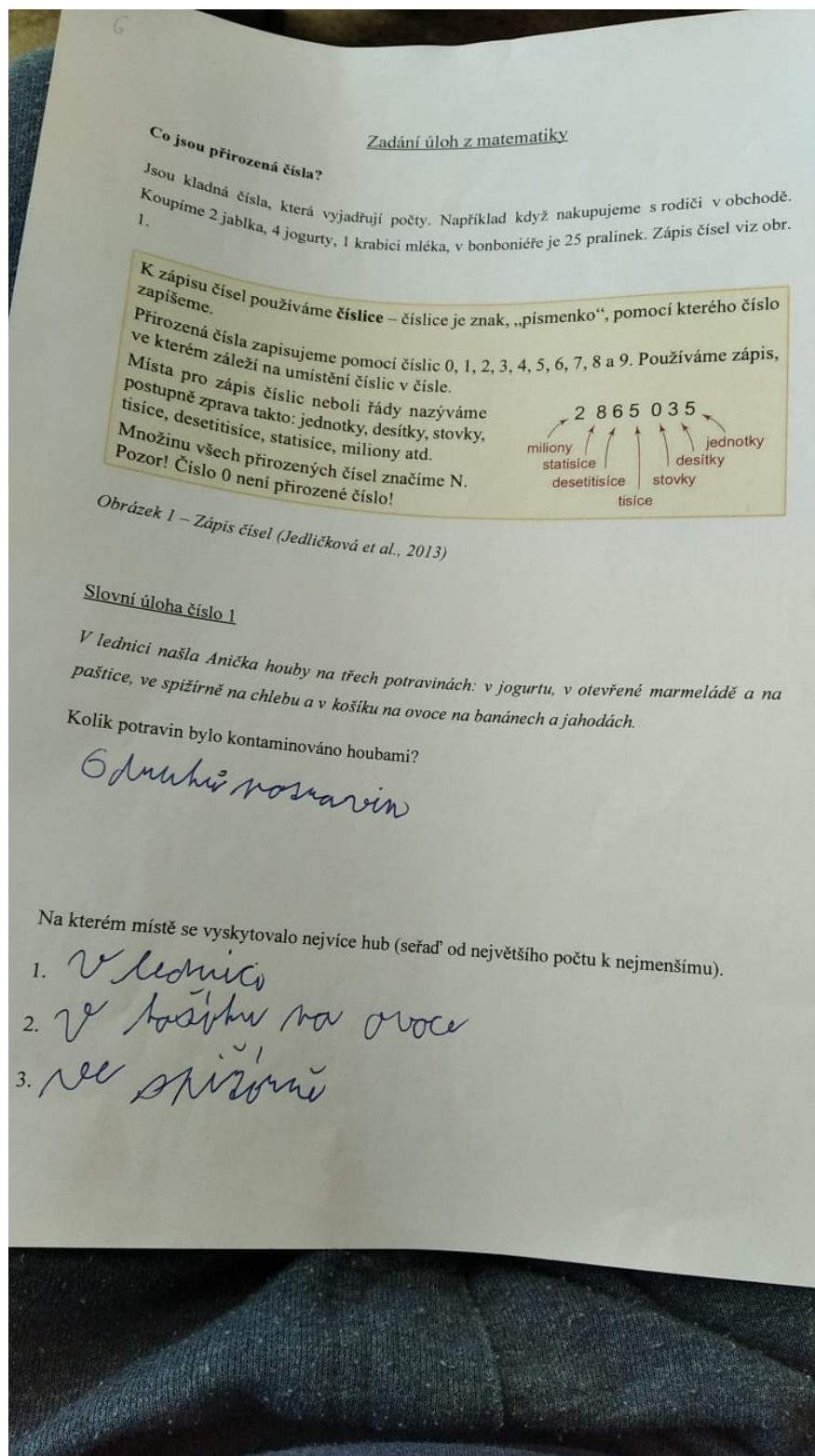
4. Mezi pozitivní vlastnosti vláknitých mikromycet patří:

- a) mykoalergie
- ☒ b) výroba antibiotik a plísňových sýrů
- c) ergotizmus

5. Ergotizmus je:

- ☒ a) onemocnění způsobené paličkovíci nachovou
- b) druh plísňového sýru
- c) onemocnění způsobené štětičkovcem

Obrázek 20 - Ukázka vypracovaného zadání žákyní ZŠ Bystřice z Českého jazyka.



Obrázek 21 - Ukázka vypracovaného zadání žákyní ZŠ Bystřice z matematiky.



## Zadání úloh z matematiky

### Co jsou přirozená čísla?

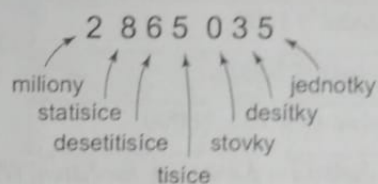
Jsou kladná čísla, která vyjadřují počty. Například když nakupujeme s rodiči v obchodě. Koupíme 2 jablka, 4 jogurty, 1 krabici mléka, v bonboniére je 25 pralinek. Zápis čísel viz obr. 1.

K zápisu čísel používáme **číslice** – číslice je znak, „písmenko“, pomocí kterého číslo zapíšeme.

Přirozená čísla zapisujeme pomocí číslic 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 a 9. Používáme zápis, ve kterém záleží na umístění číslic v čísle.

Místa pro zápis číslic neboli řády nazýváme postupně zprava takto: jednotky, desítky, stovky, tisíce, desetitisíce, statisíce, miliony atd.

Množinu všech přirozených čísel značíme  $N$ .  
Pozor! Číslo 0 není přirozené číslo!



Obrázek 1 – Zápis čísel (Jedličková et al., 2013)

### Slovní úloha číslo 1

V lednici našla Anička houby na třech potravinách: v jogurtu, v otevřené marmeládě a na paštice, ve spížírně na chlebu a v košíku na ovoce na banánech a jahodách.

Kolik potravin bylo kontaminováno houbami?

*Kontaminováno bylo 5 potravin*

Na kterém místě se vyskytovalo nejvíce hub (seřaď od největšího počtu k nejmenšímu).

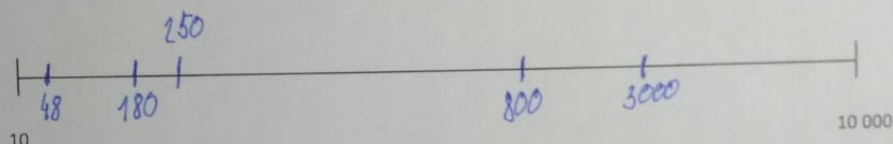
- lednička*
- košík*
- spížírna*

Obrázek 22 - Ukázka vypracovaných úloh z matematiky

2. Splňují některé místnosti hodnoty, které označujeme jako velmi vysoké znečištění a případně které?

*Některé místnosti splňují hodnoty které označujeme jako velmi vysoké znečištění.*

3. Utvoř číselnou osu z počtu naměřených spor/ m<sup>3</sup> v daných místnostech ZŠ.



### Slovní úloha číslo 3

V lese je 780 stromů, každý třetí strom napadlo padlí dubové. Jelikož jde o les smíšený, je složen z několika druhů stromů. Polovinu lesa tvoří smrk ztepilý, modřínů opadavého je v lese 24 kusů a zbytek tvoří duby. Kolik stromů napadlo padlí dubové?

780 celkem  
 390 smrk  
 160 opadavý modřín  
 366 dub  
 24 modřín  
 122 napadený dub

$780 : 2 = 390$   
 $780 : 3 = 260$   
 $390 - 24 = 366$   
 $366 : 3 = 122$

*Padlí napadlo 122 dubových stromů.*

Obrázek 23 - Ukázka vypracovaných úloh z matematiky.